

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-254634

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

H01L 41/083

(21)Application number : 2001-056802

(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 01.03.2001

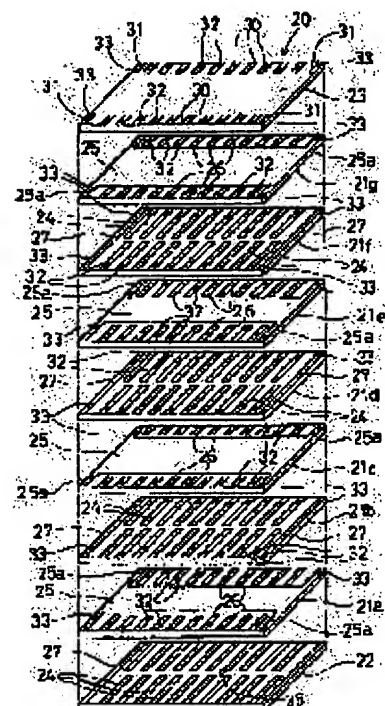
(72)Inventor : TAKAGI ATSUHIRO

(54) LAMINATED PIEZOELECTRIC ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the whole of piezoelectric actuator 20 from curving and deforming along through holes 32, 33 as a base point in a baking process.

SOLUTION: Piezoelectric sheets 21b, 21d, 21f, 22 having patterns of respective electrodes 24 formed on the surface and piezoelectric sheets 21a, 21c, 21e, 21g having a pattern of a common electrode 25 formed on the surface are alternately laminated. On the topmost layer, an insulation sheet 23 with surface electrodes 30, 31 is laminated. Through holes 32, 33 are bored through each piezoelectric sheet 21a-21g, 22, 23 while suitably shifting respective sheets so that the sheets adjacent each other in the direction parallel with the pattern line direction of the respective electrodes 24 are not arranged in a line along the parallel direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Two or more piezo-electric sheets in which the pattern of an individual electrode was formed to one double width side, The laminating of two or more piezo-electric sheets in which the pattern of a common electrode was formed to one double width side is carried out by turns. The part where the electrode according to each [said] and said each common electrode lap in the direction of a laminating is accomplished with the activity section. On said each piezo-electric sheet In the laminating mold piezoelectric device which the through hole for making it flow through said individual electrodes which adjoin in said direction of a laminating, or said common electrodes through an electrical conducting material is arranged, and changes The through holes which adjoin in the direction parallel to the direction of a list of the pattern of said individual electrode in said each piezo-electric sheet are the laminating mold piezoelectric devices characterized by shifting suitably and being arranged so that it may not align in the shape of a single tier along said parallel direction.

[Claim 2] Among one [which has said common electrode] double width sides of a piezo-electric sheet, in parts other than said activity section The through hole for making it flow through the individual electrodes which the pattern of a dummy individual electrode is formed and adjoin in said direction of a laminating It is arranged in the field with which said individual electrode and said dummy individual electrode see and lap from [said] a laminating, and the through hole in the part of each of said dummy individual electrode The laminating mold piezoelectric device according to claim 1 characterized by shifting suitably and being arranged to the through hole which adjoins in this and said parallel direction so that it may not align in the shape of a single tier along said parallel direction.

[Claim 3] The surface electrode formed in one side of the front **** double width sides in the layered product of said piezo-electric sheet, Constitute said individual electrode corresponding to this, or said common electrode so that it may be made to flow through a through hole, and the through hole in the part of each of said surface electrode The laminating mold piezoelectric device according to claim 1 or 2 characterized by shifting suitably and being arranged to the through hole which adjoins in this and said parallel direction so that it may not align in the shape of a single tier along said parallel direction.

[Claim 4] The through holes which adjoin in said direction of a laminating are laminating mold piezoelectric devices given in either of the claims 1-3 characterized by shifting suitably and being arranged so that it may not be open for free passage.

[Claim 5] Among one [which has said individual electrode] double width sides of a piezo-electric sheet, in parts other than said activity section The through hole for making it flow through the common electrodes which the pattern of a dummy common electrode is formed and adjoin in said direction of a laminating A laminating mold piezoelectric device given in either of the claims 1-4 characterized by shifting suitably and being arranged so that it may not be mutually [are in the field with which said common electrode and said dummy common electrode see and lap from / said / a laminating, and] open for free passage.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the laminating mold piezoelectric device used as a driving source in various equipments, such as an ink jet head.

[0002]

[Description of the Prior Art] From the former, the piezoelectric device is used as a driving source (electrostrictive actuator) of various equipments using the property of changing electrical energy into mechanical displacement (distortion) according to the piezo-electric effect.

[0003] The piezoelectric device used as the laminating mold also in it in order to enlarge the amount of displacement by distortion forms the pattern of an individual electrode or a common electrode in the front face (one double width side) of the piezo-electric sheet which consists of ceramic ingredients, such as PZT (titanic-acid lead zirconate), with electrical conducting materials, such as conductive paste, and it is constituted so that the laminating of two or more piezo-electric sheets which have said individual electrode, and two or more piezo-electric sheets which have said common electrode may be carried out by turns.

[0004] As a configuration which connects electrically this kind of the individual electrodes and common electrodes in a laminating mold piezoelectric device, the through hole which is open for free passage to the individual electrodes or common electrodes which adjoins said each piezo-electric sheet in the direction of a laminating is arranged, and what was filled up with the electrical conducting material in each through hole concerned is known.

[0005] Drawing 12 - drawing 14 show an example of the conventional laminating mold piezoelectric device (electrostrictive actuator 100). Here, drawing 12 is the explanatory view of the deformation condition of the electrostrictive actuator 100 according [drawing 14] to baking according [the decomposition perspective view of an electrostrictive actuator 100 and drawing 13] to XIII-XIII ***** of drawing 12 .

[0006] The conventional electrostrictive actuator 100 has structure which carried out the laminating of the insulation sheet 106 of one sheet to the maximum upper layer of this layered product while carrying out the laminating of the piezo-electric sheets 103a, 103c, 103e, and 103g which have the individual electrode 101, and the piezo-electric sheets 103b, 103d, 103f, and 103h which have the common electrode 102 by turns.

[0007] the both sides which counted the individual electrode 101 from the bottom and faced across Chuo Line of the odd-numbered shorter side of piezo-electric sheet 103a (103c, 103e, 103g) -- the shorter side edge and the letter of parallel of the piezo-electric sheet 103a (103c, 103e, 103g) concerned -- and pattern formation is carried out to seriate in the direction of a long side.

[0008] The common electrode 102 is formed in plain-view substantially rectangle-shaped [which counts from the bottom and is prolonged in the direction of a long side of the piezo-electric sheet 103b (103d, 103f, 103h) concerned in the even-numbered center section of piezo-electric sheet 103b (103d, 103f, 103h)].

[0009] The part where said individual electrode 101 and said common electrode 102 lap in the direction of a laminating among said each piezo-electric sheets 103a-103h is the activity section 107 which produces distortion according to the piezo-electric effect.

[0010] The drawer sections 102a and 102a prolonged covering the abbreviation overall length of the shorter side edge concerned are the common electrode 102 and really [said] formed in the near part of the shorter side edge of the pair in said even-numbered piezo-electricity sheet 103b (103d, 103f, 103h).

[0011] Moreover, among said even-numbered front faces of piezo-electric sheet 103b (103d, 103f, 103h), the dummy individual electrodes 104 are said individual electrode 101 and a corresponding pattern, namely, it is formed in the same vertical location as said individual electrode 101 in parts other than said activity section.

[0012] On the other hand, the dummy common electrode 105 is formed in said drawer sections 102a and 102a and a corresponding location (the same vertical location) among said odd-numbered front faces of piezo-electric sheet 103a (103c, 103e, 103g).

[0013] The surface electrode 108 to said individual electrode 101 and the surface electrode 109 to said common electrode 102 are formed in the front face of the insulation sheet 106 which is a piezo-electric sheet of the maximum upper layer along the long side edge of the pair of the insulation sheet 106 concerned.

[0014] all piezo-electric sheet 103b- of the others except piezo-electric sheet 103a of the lowest layer -- the through hole 110 is drilled in 103h and 106 so that said surface electrode 108, and the individual electrode 101 and the dummy individual electrode 104 of a location corresponding to this may be mutually open for free passage. Similarly, the through hole 111 is also drilled so that drawer section 102a of at least one surface electrode 109 and the location corresponding to this may be mutually open for free passage.

[0015] Thereby, through the electrical conducting material with which it was filled up in the through hole 110,111, said electrode 101 according to each comrades and the surface electrode 108 of the location corresponding to this are connected electrically, and each [said / common electrode 102] and the surface electrode 109 of the location corresponding to this are connected electrically.

[0016] in this case, said each piezo-electric sheet 103a- 103h and 106 -- setting -- the direction where said each through hole 110,111 is parallel to the direction of a list of the pattern of said individual electrode 101 -- if it puts in another way -- said each piezo-electric sheet 103a- it is constituted so that it may align in the shape of a single tier along the direction of a long side of 103h and 106 (refer to drawing 12).

[0017] In addition, in order to make it said electrostrictive actuator 100 not flow on the driven objects (for example, cavity plate in an ink jet head etc.) pasted up and fixed, said each through hole 110,111 is not drilled in piezo-electric sheet 103a of the lowest layer.

[0018]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] by the way, it is shown in drawing 13 -- as -- said each piezo-electric sheet 103a- said each through hole 110,111, if the laminating of 103h and 106 is carried out the condition that it was open for free passage in the direction of a laminating (the vertical direction), respectively -- said each piezo-electric sheet 103a-, since it aligns in the shape of a single tier along the direction of a long side of 103h and 106 The part weak in reinforcement intermittently connected along with the longitudinal direction (said each piezo-electric sheet 103a- the direction of a long side of 103h and 106) concerned was formed in the near part of the longitudinal side edge of the pair in said electrostrictive actuator 100, respectively.

[0019] Moreover the train of the direction of a laminating of each through hole 110,111 which constitutes the part concerned weak in reinforcement since each had become cylinder like object with base-like by existence of piezo-electric sheet 103a of said lowest layer -- said piezo-electric sheet 103a-, if the layered product which consists of 103h and 106 is calcinated On the occasion of contraction of the layered product (electrostrictive actuator 100) concerned, as shown in drawing 14 , this electrostrictive actuator 100 whole saw from said longitudinal direction edge, made the part of a through hole the trough, and carried out curvature deformation at the shape of V character.

[0020] When such rapid deflection and big curvature had arisen in said electrostrictive actuator 100, when said electrostrictive actuator 100 was used as a driving source of an ink jet head, said electrostrictive actuator 100 was faced carrying out adhesion immobilization with adhesives on the front face of a cavity plate, it carried out that a clearance was made in the curved part etc., and there was a problem of becoming the cause which defects, such as ink leakage, generate, for example.

[0021] Then, this invention makes it a technical technical problem to offer the laminating mold piezoelectric device which solved the above problem.

[0022]

[Means for Solving the Problem] Two or more piezo-electric sheets with which the laminating mold piezoelectric device concerning this invention formed the pattern of an individual electrode in one double width side, The laminating of two or more piezo-electric sheets in which the pattern of a common electrode was formed to one double width side is carried out by turns. The part where the electrode according to each [said] and said each common electrode lap in the direction of a laminating is accomplished with the activity section, and it is constituted so that a through hole for said individual electrodes which adjoin in said direction of a laminating, or said common electrodes to flow through an electrical conducting material on said each piezo-electric sheet may be arranged.

[0023] In order to solve the above-mentioned technical technical problem, invention of claim 1 was taken as the configuration which shifts suitably and the through holes which adjoin in the direction parallel to the direction of a list of the pattern of said individual electrode in said each piezo-electric sheet arrange so that it may not align in the shape of

a single tier along said parallel direction.

[0024] In the laminating mold piezoelectric device according to claim 1, among one [which has said common electrode] double width sides of a piezo-electric sheet, the pattern of a dummy individual electrode is formed in parts other than said activity section, and the through hole for making it flow through the individual electrodes which adjoin in said direction of a laminating is arranged in invention of claim 2 in the field with which said individual electrode and said dummy individual electrode see and lap from [said] a laminating.

[0025] And to the through hole which adjoins in this and said parallel direction, it shifts suitably and the through hole in the part of each of said dummy individual electrode is arranged so that it may not align in the shape of a single tier along said parallel direction.

[0026] In invention of claim 3, it sets to a laminating mold piezoelectric device according to claim 1 or 2. The surface electrode formed in one side of the front **** double width sides in the layered product of said piezo-electric sheet, Said individual electrode corresponding to this or said common electrode is constituted so that it may flow through a through hole, and the through hole in the part of each of said surface electrode To the through hole which adjoins in this and said parallel direction, it shifts suitably and is arranged so that it may not align in the shape of a single tier along said parallel direction.

[0027] In invention of claim 4, it shifts suitably and is arranged so that the through holes which adjoin either of the claims 1-3 in said direction of a laminating in the laminating mold piezoelectric device of a publication may not be open for free passage.

[0028] In invention of claim 5, in the laminating mold piezoelectric device of a publication, among one [which has said individual electrode in either of the claims 1-4] double width sides of a piezo-electric sheet in parts other than said activity section The through hole for making it flow through the common electrodes which the pattern of a dummy common electrode is formed and adjoin in said direction of a laminating It is in the field with which said common electrode and said dummy common electrode see and lap from [said] a laminating, and it shifts suitably and is arranged so that it may not be mutually open for free passage.

[0029]

[Effect of the Invention] Since it will shift suitably and the through holes which adjoin in the direction parallel to the direction of a list of the pattern of said individual electrode in said each piezo-electric sheet will be arranged so that it may not align in the shape of a single tier along said parallel direction if constituted like claim 1, said each through hole will be in the condition of having distributed in the shape of zigzag by plane view, by carrying out the laminating of such each piezo-electric sheet. In this case, since it distributes to said laminating mold piezoelectric device, the stress produced in contraction by baking can make small deformation of the curvature of the shape of V character which saw from said parallel direction in the laminating mold piezoelectric device after calcinating at a back process, and made the trough the part of a through hole weak in reinforcement.

[0030] If it does so, since the front face of a cavity plate is faced said laminating mold piezoelectric device carrying out adhesion immobilization and a clearance (space) does not occur in these adhesion sides when using said laminating mold piezoelectric device as a driving source of an ink jet head, defects in the condition of having become a product as an ink jet head, such as ink leakage, can be prevented, for example.

[0031] The configuration concerning invention of claim 2 and claim 3 materializes invention of claim 1 more. Also in the piezo-electric sheet which has said common electrode when constituted like claim 2 or claim 3, and the piezo-electric sheet which has said surface electrode As opposed to the through hole where the through hole in the part of said dummy individual electrode or said surface electrode adjoins in this and said parallel direction Since it shifts suitably and is arranged so that it may not align in the shape of a single tier along said parallel direction, the stress produced in contraction by baking distributes to said laminating mold piezoelectric device. The operation effectiveness of making small deformation of the curvature seen from said parallel direction in the laminating mold piezoelectric device after calcinating at a back process can be attained certainly.

[0032] When constituted like claim 4, moreover, said each through hole So that it may not align in the shape of a single tier along said parallel direction in said each piezo-electric sheet it shifts suitably and is not only arranged, but Since it shifts suitably and is arranged so that those which adjoin in the direction of a laminating may not be open for free passage, deformation of the curvature seen from said parallel direction in the laminating mold piezoelectric device after calcinating at a back process also in this case can be made smaller, and the operation effectiveness of claim 1 can be raised.

[0033] In addition, since invention of claim 5 materializes the configuration of claim 1, it shifts suitably, and it is arranged so that it may not be open for free passage in the direction of a laminating about the dummy common electrode which carried out pattern formation to the piezo-electric sheet which has said individual electrode, and can attain

certainly the operation effectiveness of making deformation of said curvature small also in this case.

[0034]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt which materialized this invention is explained based on the drawing (drawing 1 - drawing 11) at the time of applying to a piezo-electric type ink jet head.

[0035] Drawing 1 - drawing 8 show the 1st operation gestalt of this invention. As shown in drawing 1 , drawing 2 , and drawing 8 , the flexible printed cable 40 is piled up and joined to the top face (double width side) of the electrostrictive actuator 20 of the plate mold joined to the cavity plate 10 made from a metal plate for connection with an external instrument, and ink places the regurgitation upside down from the nozzle 54 which carried out opening to the inferior-surface-of-tongue side of the cavity plate 10.

[0036] As shown in drawing 3 and drawing 4 , the cavity plate 10 has structure which carried out the laminating by piling up the sheet metal of five sheets of the manifold plate 12 of 43 or 2 nozzle plates, the spacer plate 13, and a base plate 14 by adhesion, and joining. With the 1st operation gestalt, each plates 12, 13, and 14 except a nozzle plate 43 are the products made from 42% nickel alloy steel plate, and are 50 micrometers - about 150 micrometers in thickness.

[0037] The nozzle 54 for ink jet of the diameter of minute is arranged in the nozzle plate 43 in the shape of [of two trains] staggered arrangement along with the longitudinal direction of this nozzle plate 43. That is, along with two datum lines 43a and 43b parallel to the longitudinal direction of said nozzle plate 43, many nozzles 54 are drilled in the alternate array at intervals of the minute pitch P.

[0038] Moreover, the pressure room 16 (it mentions later for details) corresponding to said each nozzle 54 and the activity section 35 (it mentions later for details) in an electrostrictive actuator 20 are arranged in the location which laps up and down and corresponds by the plane view of each plates 43, 12, 13, and 14. Said each pressure room 16 is formed so that it may extend in the direction which intersects the longitudinal direction of said nozzle plate 43 (rectangular cross), and the train of the pressure room 16 is arranged along with the longitudinal direction of said nozzle plate 43.

[0039] As well as the bottom manifold plate 12 which the manifold rooms 12a and 12a of the pair as an ink path counter with a nozzle plate 43, the manifold rooms 12b and 12b of a pair are drilled by the spacer plate 13 and the top manifold plate 12 which counters so that it may extend along with the both sides of the train of said nozzle 54. In this case, each manifold rooms 12a and 12b have extended so that it may lap with the train of the pressure room 16 in plane view (refer to drawing 3 and drawing 4).

[0040] In addition, it dents and the manifold rooms 12b and 12b of the bottom manifold plate 12 are formed so that it may open only to the top-face side of this bottom manifold plate 12 (refer to drawing 4). These manifolds rooms 12a and 12b have structure sealed by carrying out the laminating of the spacer plate 13 to the top manifold plate 12.

[0041] Many of the pressure room 16 of the narrow width prolonged in the direction (the direction of a shorter side) which intersects perpendicularly with a base plate 14 to the center line which meets in this direction of a long side is drilled. If the longitudinal datum lines 14a and 14b of the letter of parallel are set up on right-and-left both sides on both sides of said center line, tip 16a of the pressure room 16 on the left of said center line is located on longitudinal datum-line 14a of said left-hand side, and tip 16a of the pressure room 16 on the right of said center line is conversely located on longitudinal datum-line 14b of said right-hand side. Moreover, tip 16a of the pressure room 16 of the right and left concerned is arranged by turns, respectively. Therefore, the pressure room 16 of right-and-left both sides is arranged by turns so that it may extend to hard flow mutually alternately (refer to drawing 4).

[0042] Tip 16a of each of said pressure room 16 is open for free passage to the nozzle 54 of the alternate array in a nozzle plate 43 through the through tube 17 of the diameter of minute drilled in the alternate array on the manifold plate 12 of 13 or 2 spacer plates. On the other hand, other end 16b of each of said pressure room 16 is open for free passage through the through tube 18 drilled in the right-and-left both-sides section of the spacer plate 13 in the manifold rooms 12a and 12b in the manifold plate 12.

[0043] In addition, as shown in drawing 4 , it dents and said other end 16b is formed so that opening may be carried out only to the inferior-surface-of-tongue side of a base plate 14. Moreover, the filter 29 for the dust removal in the ink supplied to the top face of the feed holes 19a and 19a drilled in the end section of the base plate 14 of the maximum upper layer from the upper ink tank (not shown) is stretched. And feed holes 19b and 19b are drilled also in the feed holes 19a and 19a drilled in the end section of a base plate 14 in the spacer plate 13, and a corresponding location.

[0044] By the above, the ink which flowed through the feed holes 19a and 19b in a base plate 14 and the spacer plate 13 in right-and-left both manifolds room 12a and 12b from the ink tank (not shown) After being distributed in each pressure room 16 through each through tube 18 from each of these manifold rooms 12a and 12b, it passes along each through tube 17, and has the composition of resulting in the nozzle 54 corresponding to each pressure room 16 concerned from the inside of each of this pressure room 16 (refer to drawing 3 and drawing 4).

[0045] Next, the structure of the electrostrictive actuator 20 which is a laminating mold piezoelectric device concerning

this invention is explained based on drawing 5 - drawing 7.

[0046] As shown in drawing 5, the electrostrictive actuator 20 has structure which carried out the laminating of the piezo-electric sheets 21a, 21b, 21c, 21d, 21e, 21f, 21g, and 22 of eight sheets, and the insulation sheet 23 of one sheet. the 1st operation gestalt -- said each piezo-electric sheet 21a- each thickness of 21g, 22, and an insulation sheet 23 is 15 micrometers - about 40 micrometers. As for an insulation sheet 23, it is desirable on manufacture to use the completely same ingredient as other piezo-electric sheets.

[0047] On both sides which counted to JP,4-341851,A upwards from the piezo-electric sheet 22 of the lowest layer, and it, and inserted Chuo Line of a shorter side into it like the thing of a publication among the front faces (double width side) of the odd-numbered piezo-electric sheets 21b, 21d, and 21f the individual electrode 24 of a narrow width -- each [these] piezo-electric sheets [22, 21b, 21d, and 21f] a shorter side edge and the letter of parallel -- and pattern formation is carried out to seriate in the direction of a long side. The pattern of the individual electrode 24 concerned corresponds to the part of each pressure room 16 in the cavity plate 10. The width-of-face dimension of the electrode 24 according to each [said] is set up so that it may become somewhat narrower than this and the corresponding double width section of the pressure room 16.

[0048] The common common electrode 25 is formed in the front face (double width side) of the even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g from the bottom to two or more pressure rooms 16. The part where said individual electrode 24 and said common electrode 25 lap in the direction of a laminating among said each piezo-electric sheets 21a-21g, i.e., the part across which it faces, is the activity section 35 which produces distortion according to the piezo-electric effect.

[0049] On the other hand, since the pressure room 16 is arranged by 2 seriate along the direction of a long side of a base plate 14, the common electrode 25 is formed in plain-view substantially rectangle-shaped [which is prolonged in the direction of a long side in the center section of the direction of a shorter side of said even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g] so that the pressure rooms 16 and 16 of the two trains concerned may be covered in one. The drawer sections 25a and 25a prolonged covering the abbreviation overall length of the shorter side edge concerned are the common electrode 25 and really [said] formed in the near part of the shorter side edge of the pair in said even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g.

[0050] Moreover, they are parts other than said activity section 35 (it is the near part of the long side edge of the pair in said even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g) among the front faces of said even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g. the part in which said common electrode 25 is not formed -- said individual electrode 24 and abbreviation -- with the same width-of-face dimension, the dummy individual electrodes 26 with short die length are said individual electrode 24 and a corresponding pattern, namely, are formed in the same vertical location as said individual electrode 24. The these dummy individual electrode 24 is for lessening change of the partial thickness at the time of carrying out the laminating of said each piezo-electric sheets 22, 21a-21g and insulation sheet 23, although it threw away and was the electrode of a pattern which does not contribute to the deformation process (distortion) of an electrostrictive actuator 20.

[0051] Among the front faces of said odd-numbered piezo-electric sheets 22, 21b, 21d, and 21f, it throws away into said drawer sections 25a and 25a and a corresponding location (the same vertical location), and the dummy common electrode 27 as an electrode of a pattern is formed in them.

[0052] The surface electrode 30 to said individual electrode 24 and the surface electrode 31 to drawer section 25a of said common electrode 25 are formed in the front face of the insulation sheet 23 which is a piezo-electric sheet of the maximum upper layer along the long side edge of the pair of the insulation sheet 23 concerned.

[0053] Except for the piezo-electric sheet 22 of said lowest layer, the through hole 32 is drilled by all other piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheets 23 so that said surface electrode 30, and the individual electrode 24 and the dummy individual electrode 26 of a location corresponding to this may be mutually open for free passage.

[0054] Similarly, the through hole 33 is drilled by said each piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheet 23 so that at least one surface electrode 31 (the 1st operation gestalt surface electrode 31 of the location of the four corners of an insulation sheet 23), and drawer section 25a of a location and the dummy common electrode 27 corresponding to this may be mutually open for free passage. Each [these] through holes 32 and 33 are filled up with said individual electrode 24 or the electrical conducting material of the same quality of the materials (for example, conductive paste of an Ag-Pd system etc.) as common electrode 25 grade.

[0055] With the 1st operation gestalt, as shown in drawing 5 and drawing 6, it shifts suitably and each through holes 32 and 33 in said each piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheet 23 are drilled so that it may not align in the shape of a single tier along the direction of a long side of said each piezo-electric sheets 21a-21g and an insulation sheet 23 (direction parallel to the direction of a list of the pattern of said individual electrode 24 (or said dummy individual

electrode 26)).

[0056] Namely, sequentially from one shorter side veranda of said insulation sheet 23, from the long side edge of said insulation sheet 23, each through holes 32 and 33 in said insulation sheet 23 are suitably shifted in dimensions L1, L2, L3, and L1 and the location from which only ... was separated, and are suitably drilled in the direction of a shorter side. And so that each through holes 32 and 33 in each lower layer piezo-electric sheets 21a-21g may also be equivalent to each through holes 32 and 33 in said insulation sheet 23 from said insulation sheet 23, respectively (free passage) Sequentially from one said piezo-electric sheets [each / 21a-21g] shorter side veranda, from the said piezo-electric sheets [each / 21a-21g] long side edge, suitably, it shifts suitably in dimensions L1, L2, L3, and L1 and the location from which only ... was separated, and is punctured in the direction of a shorter side.

[0057] In addition, arrangement of each through holes 32 and 33 in said each piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheet 23 is not limited to the above-mentioned pattern, and it shifts suitably and it should just be arranged so that the through hole 32 and 33 comrades which adjoin in said direction of a long side may not align in the shape of a single tier along said direction of a long side.

[0058] Said electrostrictive actuator 20 is manufactured by the approach described below.

[0059] That is, a through hole 32 is beforehand drilled to the location which throws away into the part set to each piezo-electric sheet 21b (21d, 21f) among the front faces of the 1st material sheet (green sheet) which has the magnitude of piezo-electric sheet 21b (the same is said of 21d, 21f, and 22) in said electrostrictive actuator 20 which arranged two or more parts in in the shape of a matrix with two or more individual electrodes 24, and forms the dummy common electrode 27 as an electrode of a pattern in it.

[0060] In the part which similarly is set to each piezo-electric sheet 21a (21c, 21e, 21g) among the front faces of the 2nd material sheet (green sheet) which has the magnitude of piezo-electric sheet 21a (21c, 21e, the same is said of 21g) which arranged two or more parts in in the shape of a matrix A through hole 33 is beforehand drilled to the location in which it throws away into with drawer section 25a of two or more common electrodes 25, and the dummy individual electrode 26 as an electrode of a pattern is formed.

[0061] Furthermore, through holes 32 and 33 are drilled in the part of each insulation sheet 23 to the location in which two or more surface electrodes 30 and 31 are formed among the front faces of the 3rd material sheet (green sheet) which has the magnitude which arranged the plurality of an insulation sheet 23 in in the shape of a matrix.

[0062] And it forms in a said piezo-electric sheets [each / 22, 21b, 21d, and 21f] front face by the screen-stencil which used the common electrode 25 and the dummy individual electrode 26 for the said piezo-electric sheets [each / 21a, 21c, 21e, and 21g] front face for the individual electrode 24 and the dummy common electrode 27, and used electrical conducting materials, such as conductive paste of an Ag-Pd system, for the front face of an insulation sheet 23 for surface electrodes 30 and 31, respectively.

[0063] In this case, since it has penetrated to the vertical double width side of said the 1st - 3rd material sheet, said electrical conducting material permeates into said each through hole 32 and 33, and the flow of said each through holes 32 and 33 is attained through each electrode sections 24, 25, 26, 27, 30, and 31 in the vertical side of a sheet through said each through holes 32 and 33. Subsequently, an after laminating is carried out, and it unifies by [which dried said each material sheet] subsequently to the direction of a laminating pressing, and it is made the layered product of one sheet and calcinates. It cuts into after that predetermined magnitude.

[0064] In two or more piezo-electric sheets 22, 21a-21g and insulation sheets 23 which carried out the laminating up and down, while the individual electrode 24, the dummy individual electrode 26, and surface electrode 30 of the same vertical location are electrically connected through the electrical conducting material in a through hole 32, similarly the common electrode 25 of two or more upper and lower sides, the dummy common electrode 27, and a surface electrode 31 are electrically connected through the electrical conducting material in a through hole 33 by the above (refer to drawing 7).

[0065] As shown in drawing 1 , drawing 2 , and drawing 8 , the adhesives sheet 41 which consists of synthetic-resin material of the ink non-permeability as an adhesives layer is beforehand stuck on the whole inferior surface of tongue (the pressure room 16 of the cavity plate 10, and double width side which counters) of said electrostrictive actuator 20, and subsequently it is pasted up and fixed to said cavity plate 10 so that the electrode 24 according to each in said electrostrictive actuator 20 may correspond to each of each pressure room 16 in said cavity plate 10.

[0066] Moreover, various kinds of circuit patterns (not shown) in said flexible printed cable 40 are electrically joined to said each surface electrodes 30 and 31 by piling up and pressing said flexible printed cable 40 by the top face in said electrostrictive actuator 20.

[0067] in addition, as an ingredient of the adhesives layer of said adhesives sheet 41 grade Are ink non-permeability at least, and it has electric insulation. The polyamide system hot melt form adhesives which use the polyamide resin of a

nylon system or the dimer acid base as a principal component, After applying polyolefine system hot melt form adhesives to the inferior surface of tongue of said electrostrictive actuator 20, you may make it paste up and fix at said cavity plate 10, although the thing of the shape of a film of polyester system hot melt form adhesives may be used. The thickness of a glue line is about 1 micrometer.

[0068] And polarization processing of the part pinched between the full-individual electrode 24 and the common electrode 25 between the piezo-electric sheets [21a-21g] above-mentioned two electrodes 24 and 25 by carrying out the seal of approval of the electrical potential difference higher than the time of anticipated use is carried out.

[0069] In the above configuration, by impressing an electrical potential difference between the individual electrode 24 of arbitration, and the common electrode 25 among the electrodes 24 according to each in said electrostrictive actuator 20 By the part corresponding to the individual electrode 24 which impressed said electrical potential difference among said piezo-electric sheets 21a-21g producing distortion of the direction of a laminating by piezo-electricity, and reducing the content volume of the pressure room 16 corresponding to the electrode 24 according to each [said] by this distortion The ink in the pressure room 16 concerned blows off from a nozzle 54 liquid drop-like, and predetermined printing is performed (refer to drawing 8).

[0070] With the 1st operation gestalt, each through holes 32 and 33 in said each piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheet 23 Since it shifts suitably and is punctured so that it may not align in the shape of a single tier along the direction of a long side of said each piezo-electric sheets 21a-21g and an insulation sheet 23 In the near part of the longitudinal side edge of the pair in said electrostrictive actuator 20, from the maximum upper layer to the lowest layer, each through holes 32 and 33 which were open for free passage in the direction of a laminating distribute in the shape of plane view zigzag, and are formed.

[0071] That is, since the train of the direction of a laminating of each of said through holes 32 and 33 used as the radix point of curvature distributes in the shape of plane view zigzag and is formed, the stress produced in contraction by baking can be distributed to said electrostrictive actuator 20. Therefore, deformation of the curvature of the shape of V character which sees from the longitudinal direction edge in the electrostrictive actuator 20 after calcinating at a back process, and makes a trough the part of the through holes 32 and 33 weak in reinforcement can be made small.

[0072] Consequently, since a clearance (space) does not occur in the adhesion side of said electrostrictive actuator 20 and said cavity plate 10 when carrying out adhesion immobilization of said electrostrictive actuator 20 on the front face of said cavity plate 10, defects in the condition of having become a product as an ink jet head, such as ink leakage, can be prevented.

[0073] Furthermore, it faces pasting up said electrostrictive actuator 20 and said cavity plate 10, and the adhesion pressure which pushes said both is also made to a low load so that these double width sides (adhesion side) may become flat. In addition, this can also cancel fault, like said electrostrictive actuator 20 breaks by pushing said both.

[0074] Drawing 9 - drawing 11 show the 2nd operation gestalt of the arrangement pattern of a through hole. With the 2nd operation gestalt, through hole 32' for making all other piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheets 23 flow through said surface electrode 30, and the individual electrode 24 and the dummy individual electrode 26 of a location corresponding to this mutually is drilled except for the piezo-electric sheet 22 of the lowest layer.

[0075] Through hole 33' for making said each piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheet 23 similarly flow through at least one surface electrode 31 (the 2nd operation gestalt surface electrode 31 of the location of the four corners of an insulation sheet 23), and the drawer section 25a of a location and dummy common electrode 27 of each other corresponding to this is also drilled. It also fills up each [these] through hole 32' and 33' with said individual electrode 24 or the electrical conducting material of the same quality of the materials (for example, conductive paste of an Ag-Pd system etc.) as common electrode 25 grade.

[0076] As shown in a detail at drawing 10 , with the 2nd operation gestalt Each through hole 32' in said insulation sheet 23 and 33' Sequentially from one shorter side veranda of said insulation sheet 23, from the long side edge of said insulation sheet 23, suitably, shift suitably in dimensions L1, L2, L3, and L1 and the location from which only ... was separated, and it is punctured in the direction of a shorter side. Each through hole 32' in piezo-electric sheet 21a under one layer and 33' from said insulation sheet 23 Sequentially from one shorter side veranda of said piezo-electric sheet 21a, from the long side edge of said piezo-electric sheet 21a, suitably, it shifts suitably in dimensions L2, L3, L1, and L2 and the location from which only ... was separated, and is punctured in the direction of a shorter side.

[0077] And sequentially from one shorter side veranda of said piezo-electric sheet 21b, from the long side edge of said piezo-electric sheet 21b, each through hole 32' in piezo-electric sheet 21b under one layer and 33' are suitably shifted in dimensions L3, L1, L2, and L3 and the location from which only ... was separated, and are suitably drilled in the direction of a shorter side from said piezo-electric sheet 21a. In conformity with said pattern, it is punctured also about each through hole 32' in the piezo-electric remaining sheets 21c-21g, and 33'.

[0078] Namely, it shifts suitably and it shifts suitably and said each through hole 32' and 33' are not only drilled, but is drilled so that those which adjoin in the direction of a laminating may not be open for free passage, so that it may not align in the shape of a single tier along the direction of a long side of said each piezo-electric sheets 21a-21g and an insulation sheet 23 (direction parallel to the direction of a list of the pattern of said individual electrode 24 (or said dummy individual electrode 26)) (refer to drawing 11).

[0079] Here, the drilling location of through hole 32' for making it flow through individual electrode 24 comrades which adjoin in said direction of a laminating, and 33' is seen from [said] a laminating, and in the field with which said individual electrode 24, said dummy individual electrode 26, and said surface electrode 30 lap, it is respectively set up so that it may be located in the field where the drawer section 25a and said dummy common electrode 27 and said surface electrode 31 of said common electrode 25 lap with a list.

[0080] The electrical conducting material in each through hole 32' and 33' contacts the front face of the electrode in the piezo-electric sheet under one layer, and the individual electrode 24, the dummy individual electrode 26, and surface electrode 30 of the direction of a laminating flow through it mutually like said operation gestalt, and drawer section 25a, the dummy common electrode 27, and surface electrode 31 of the common electrode 25 flow through it mutually.

[0081] When constituted as mentioned above, said each through hole 32' and 33' So that it may not align in the shape of a single tier along the direction of a long side of said each piezo-electric sheets 21a-21g and an insulation sheet 23 it shifts suitably and is not only punctured, but Since it shifts suitably and is punctured so that those which adjoin in the direction of a laminating may not be open for free passage, the stress produced in contraction by baking may be further distributed rather than the case of the 1st operation gestalt to said electrostrictive actuator 20.

[0082] Therefore, the aforementioned deformation in the electrostrictive actuator 20 after calcinating at a back process is made still smaller than the case of the 1st operation gestalt, and its precision flat [in said electrostrictive actuator 20] improves.

[0083] This invention can be materialized not only in the above-mentioned operation gestalt but in various modes. For example, although the piezo-electric sheet 22 was adopted as the lowest layer of an electrostrictive actuator 20, as long as it tells distortion of the piezo-electric sheet of other layers to a pressure room, other insulating materials may be used. Moreover, other insulating materials may be used also about the insulation sheet 23 of the maximum upper layer. In this case, it is desirable that it is what controls distortion which projects upwards (the cavity plate 10 and opposite side) among distortion of a piezo-electric sheet.

[Translation done.]

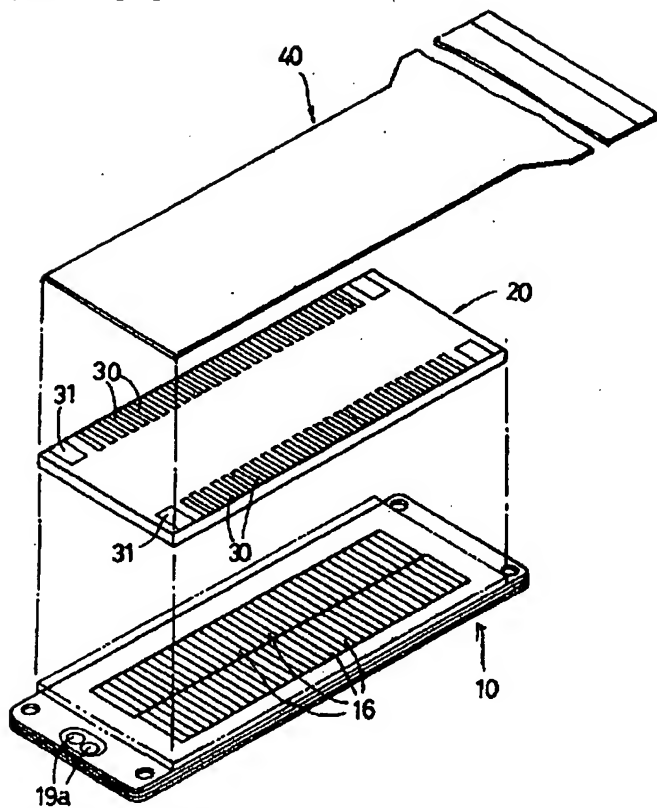
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

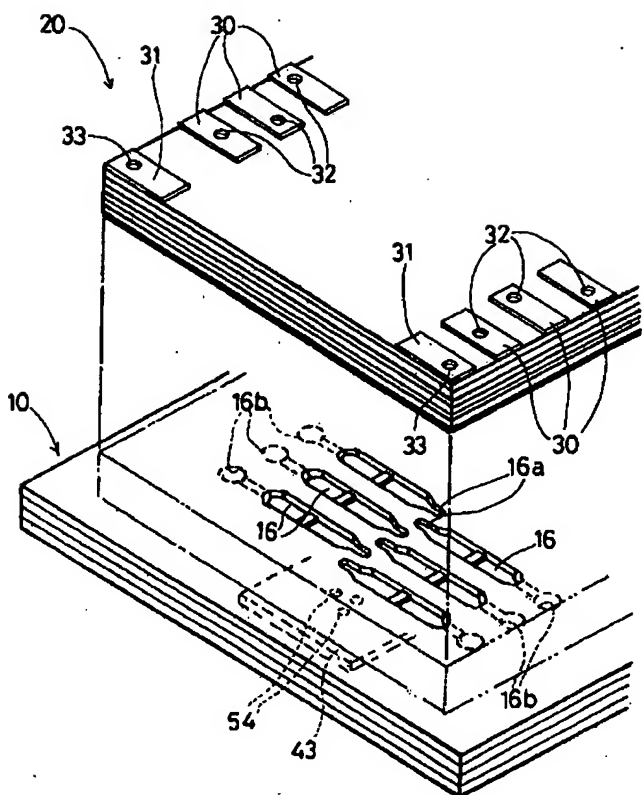
DRAWINGS

[Drawing 1]

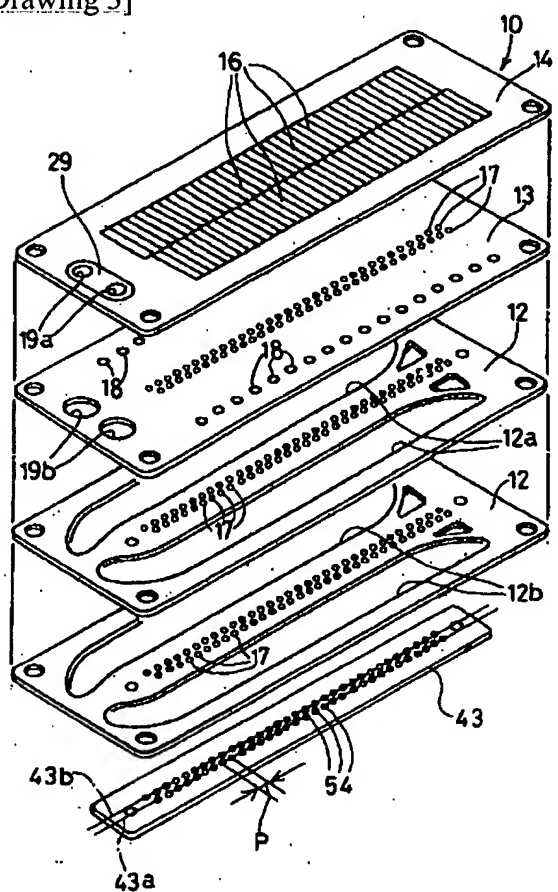


[Drawing 2]

BEST AVAILABLE COPY

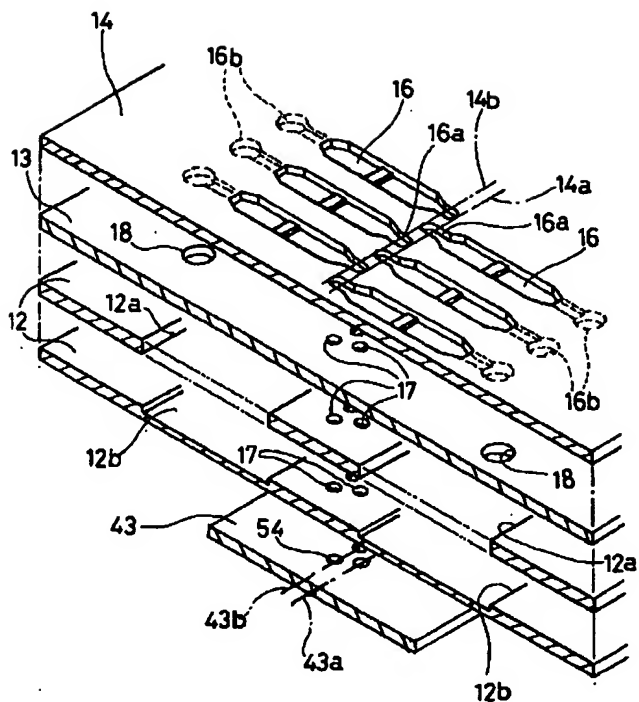


[Drawing 3]

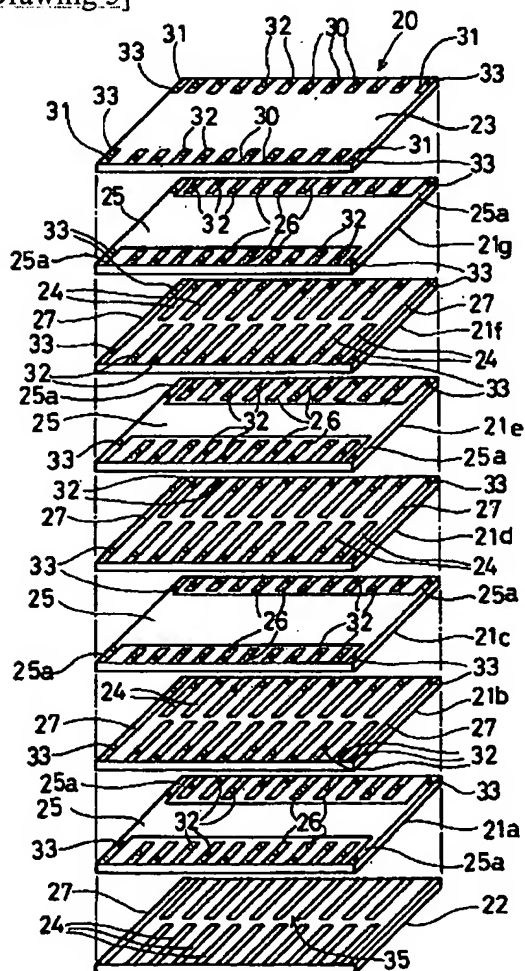


[Drawing 4]

BEST AVAILABLE COPY

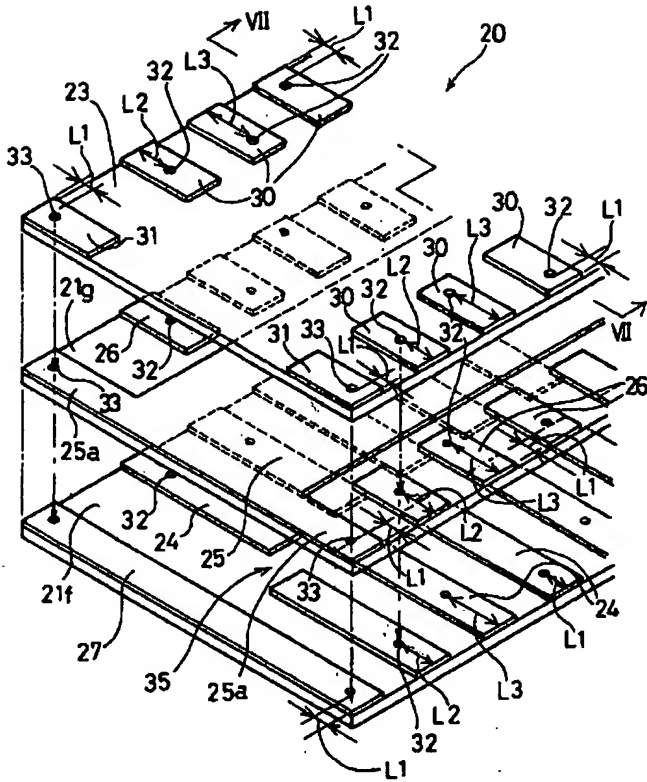


[Drawing 5]

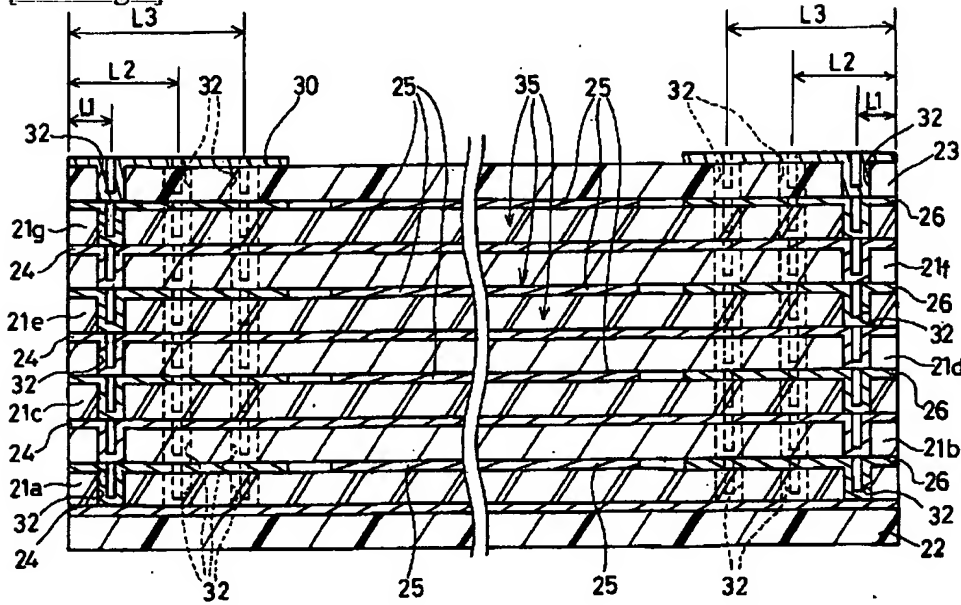


[Drawing 6]

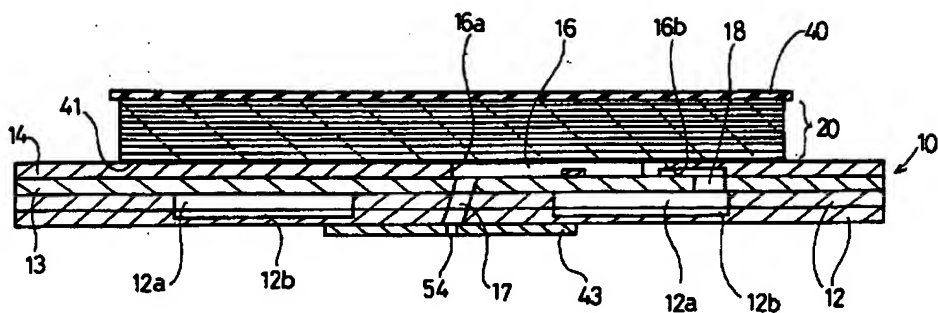
BEST AVAILABLE COPY



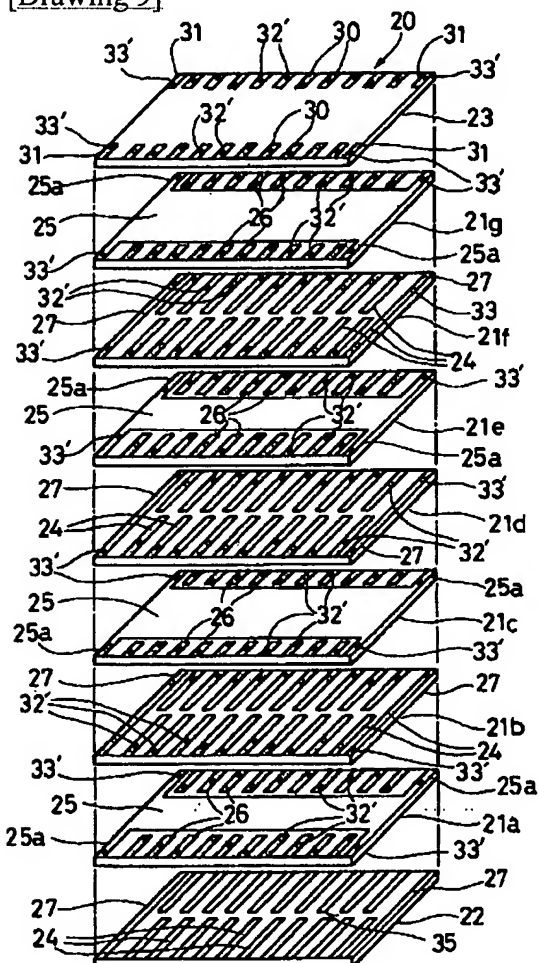
[Drawing 7]



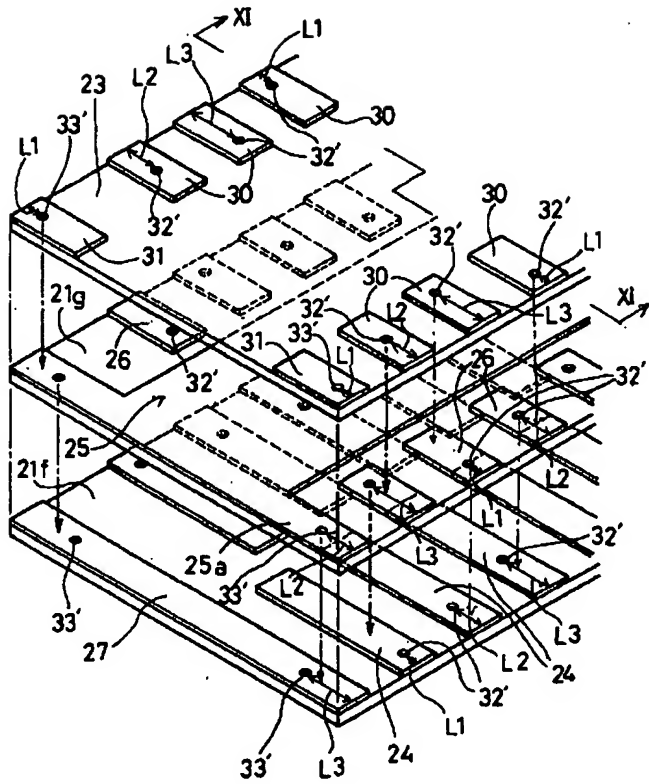
[Drawing 8]



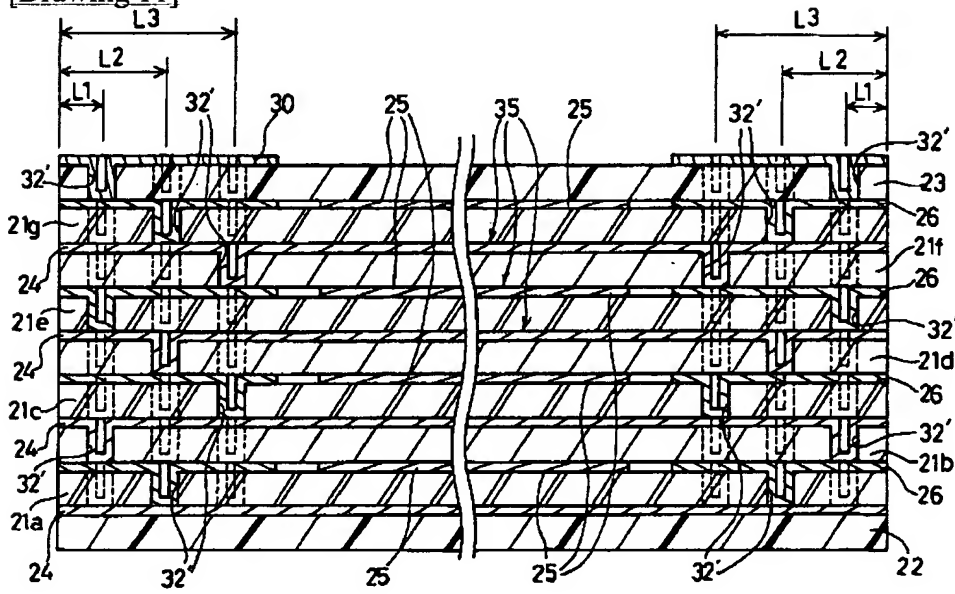
[Drawing 9].



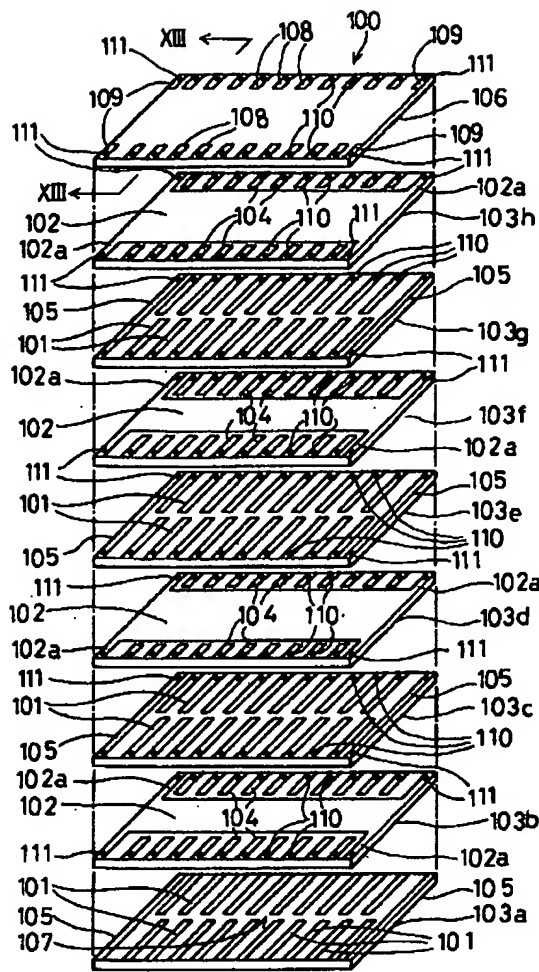
[Drawing 10]



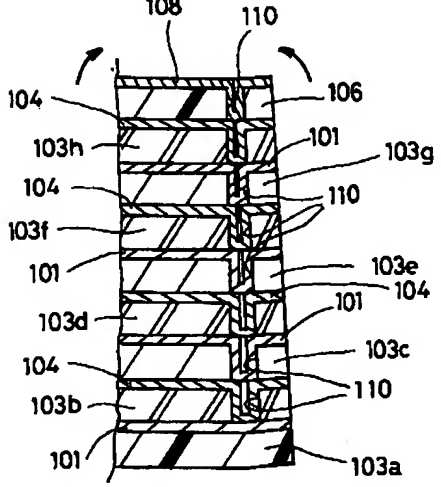
[Drawing 11]



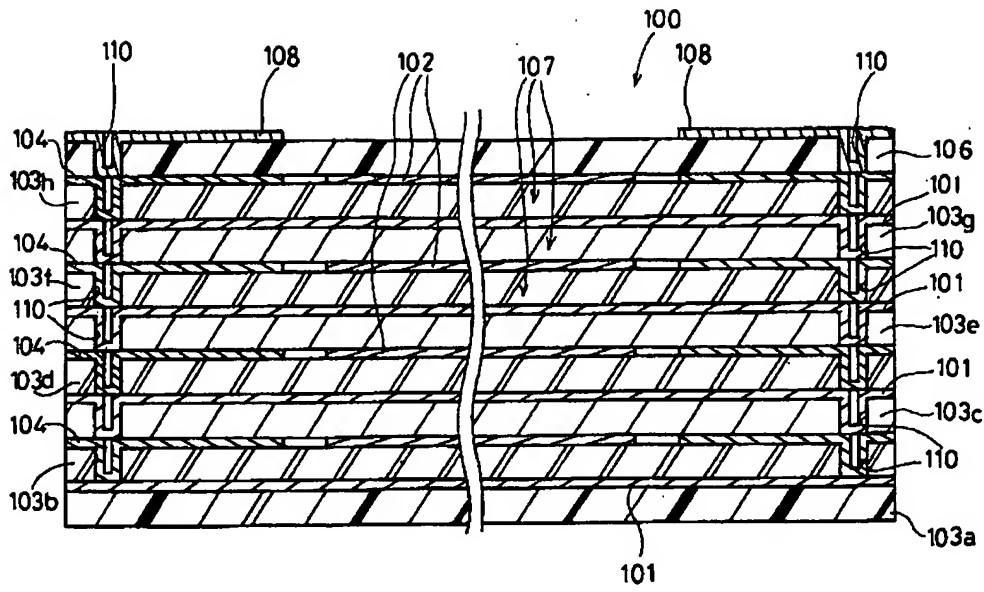
[Drawing 12]



[Drawing 14]



[Drawing 13]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-254634

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

H01L 41/083

(21)Application number : 2001-056802

(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 01.03.2001

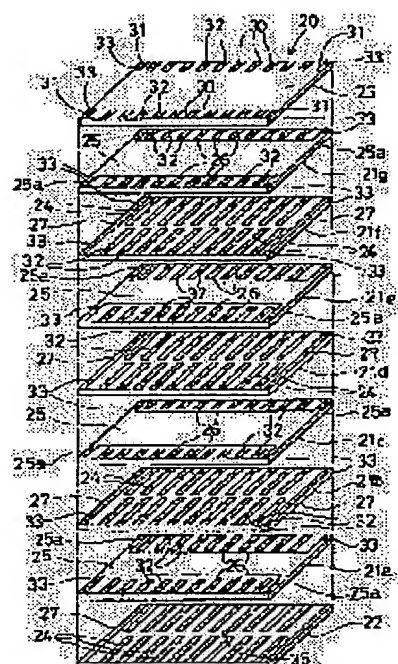
(72)Inventor : TAKAGI ATSUHIRO

(54) LAMINATED PIEZOELECTRIC ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the whole of piezoelectric actuator 20 from curving and deforming along through holes 32, 33 as a base point in a baking process.

SOLUTION: Piezoelectric sheets 21b, 21d, 21f, 22 having patterns of respective electrodes 24 formed on the surface and piezoelectric sheets 21a, 21c, 21e, 21g having a pattern of a common electrode 25 formed on the surface are alternately laminated. On the topmost layer, an insulation sheet 23 with surface electrodes 30, 31 is laminated. Through holes 32, 33 are bored through each piezoelectric sheet 21a-21g, 22, 23 while suitably shifting respective sheets so that the sheets adjacent each other in the direction parallel with the pattern line direction of the respective electrodes 24 are not arranged in a line along the parallel direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-254634
(P 2002-254634A)
(43) 公開日 平成14年9月11日(2002.9.11)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ド (参考)
B 4 1 J	2/045	B 4 1 J	3/04 1 0 3 A 2C057
	2/055		1 0 3 H
	2/16	H 0 1 L	41/08 S
H 0 1 L	41/083		

審査請求 未請求 請求項の数 5

OL

(全 1 3 頁)

(21) 出願番号 特願2001-56802 (P2001-56802)

(22) 出願日 平成13年3月1日(2001.3.1)

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 高木 淳宏

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー
工業株式会社内

(74) 代理人 100079131

弁理士 石井 暁夫 (外2名)

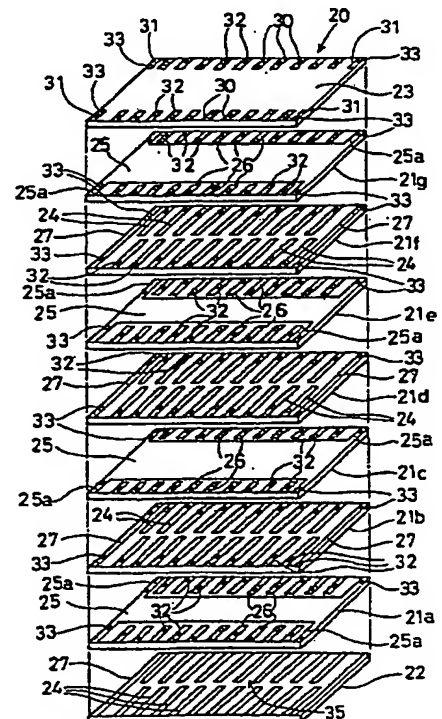
Fターム(参考) 2C057 AF93 AG15 AG48 AP02 AP16
AP21 BA04 BA14

(54) 【発明の名称】 積層型圧電素子

(57) 【要約】

【課題】 焼成工程によりスルーホール 32, 33 を基点として圧電アクチュエータ 20 全体が反り変形することを抑制する。

【解決手段】 個別電極 24 のパターンを表面に形成した圧電シート 21b, 21d, 21f, 22 と、コモン電極 25 のパターンを表面に形成した圧電シート 21a, 21c, 21e, 21g とを交互に積層する。最上層には表面電極 30, 31 付きの絶縁シート 23 を積層する。そして、各圧電シート 21a~21g, 22, 23 には、スルーホール 32, 33 を、個別電極 24 のパターンの並び方向と平行な方向に隣接するもの同士が前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして穿設する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一方の広幅面に個別電極のパターンを形成した複数の圧電シートと、一方の広幅面にコモン電極のパターンを形成した複数の圧電シートとが交互に積層されて、前記各個別電極及び前記各コモン電極が積層方向に重なる箇所を活性部と成し、前記各圧電シートには、前記積層方向に隣接する前記個別電極同士または前記コモン電極同士を導電材料を介して導通させるためのスルーホールが配設されて成る積層型圧電素子において、

前記各圧電シートにおいて前記個別電極のパターンの並び方向と平行な方向に隣接するスルーホール同士は、前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配置されていることを特徴とする積層型圧電素子。

【請求項 2】 前記コモン電極を有する圧電シートの一方の広幅面のうち前記活性部以外の箇所には、ダミー個別電極のパターンが形成され、前記積層方向に隣接する個別電極同士を導通させるためのスルーホールは、前記個別電極と前記ダミー個別電極とが前記積層方向から見て重なる領域内に配設されており、

前記各ダミー個別電極の箇所におけるスルーホールは、これと前記平行な方向に隣接するスルーホールに対して、前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の積層型圧電素子。

【請求項 3】 前記圧電シートの積層体における表裏両広幅面のうちの一方に形成した表面電極と、これに対応する前記個別電極または前記コモン電極とを、スルーホールを介して導通させるように構成し、

前記各表面電極の箇所におけるスルーホールは、これと前記平行な方向に隣接するスルーホールに対して、前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の積層型圧電素子。

【請求項 4】 前記積層方向に隣接するスルーホール同士は、連通しないように適宜ずらして配置されていることを特徴とする請求項 1～3 のうちのいずれかに記載の積層型圧電素子。

【請求項 5】 前記個別電極を有する圧電シートの一方の広幅面のうち前記活性部以外の箇所には、ダミーコモン電極のパターンが形成され、前記積層方向に隣接するコモン電極同士を導通させるためのスルーホールは、前記コモン電極と前記ダミーコモン電極とが前記積層方向から見て重なる領域内にあり、かつ、互いに連通しないように適宜ずらして配置されていることを特徴とする請求項 1～4 のうちのいずれかに記載の積層型圧電素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インクジェットへ

ッド等の各種装置において、駆動源として用いる積層型圧電素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、圧電素子は、圧電効果により電気エネルギーを機械的変位（歪み）に変換する特性を利用して、様々な装置の駆動源（圧電アクチュエータ）として用いられている。

【0003】 その中でも、歪みによる変位量を大きくするため積層型とした圧電素子は、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）等のセラミック材料から成る圧電シートの表面（一方の広幅面）に、導電ペースト等の導電材料にて、個別電極またはコモン電極のパターンを形成し、前記個別電極を有する複数の圧電シートと、前記コモン電極を有する複数の圧電シートとを交互に積層するように構成されている。

【0004】 この種の積層型圧電素子における個別電極同士やコモン電極同士を電気的に接続する構成としては、前記各圧電シートに、積層方向に隣接する個別電極同士またはコモン電極同士に連通するスルーホールを配設し、当該各スルーホールに導電材料を充填したものが知られている。

【0005】 図 12～図 14 は、従来の積層型圧電素子（圧電アクチュエータ 100）の一例を示している。ここで、図 12 は圧電アクチュエータ 100 の分解斜視図、図 13 は図 12 の X I I I - X I I I 視断面図、図 14 は焼成による圧電アクチュエータ 100 の変形状態の説明図である。

【0006】 従来の圧電アクチュエータ 100 は、個別電極 101 を有する圧電シート 103 a, 103 c, 103 e, 103 g と、コモン電極 102 を有する圧電シート 103 b, 103 d, 103 f, 103 h とを交互に積層するとともに、この積層体の最上層に 1 枚の絶縁シート 106 を積層した構造となっている。

【0007】 個別電極 101 は、下から数えて奇数番目の圧電シート 103 a（103 c, 103 e, 103 g）の短辺の中央線を挟んだ両側に、当該圧電シート 103 a（103 c, 103 e, 103 g）の短辺縁と平行状に、かつ、長辺方向に列状にパターン形成されている。

【0008】 コモン電極 102 は、下から数えて偶数番目の圧電シート 103 b（103 d, 103 f, 103 h）の中央部に、当該圧電シート 103 b（103 d, 103 f, 103 h）の長辺方向に延びる平面視略矩形状に形成されている。

【0009】 前記各圧電シート 103 a～103 h のうち前記個別電極 101 及び前記コモン電極 102 が積層方向に重なる箇所は、圧電効果により歪みを生じる活性部 107 である。

【0010】 前記偶数番目の圧電シート 103 b（103 d, 103 f, 103 h）における一対の短辺縁の近

傍箇所には、当該短辺縁の略全長にわたって延びる引き出し部 102a、102a が前記コモン電極 102 と一体形成されている。

【0011】また、前記偶数番目の圧電シート 103b (103d, 103f, 103h) の表面のうち前記活性部以外の箇所には、ダミー個別電極 104 が、前記個別電極 101 と対応するパターンで、すなわち、前記個別電極 101 と同じ上下位置に形成されている。

【0012】他方、前記奇数番目の圧電シート 103a (103c, 103e, 103g) の表面のうち前記引き出し部 102a、102a と対応する位置 (同じ上下位置) には、ダミーコモン電極 105 が形成されている。

【0013】最上層の圧電シートである絶縁シート 106 の表面には、前記個別電極 101 に対する表面電極 108 と、前記コモン電極 102 に対する表面電極 109 とが、当該絶縁シート 106 の一対の長辺縁に沿って形成されている。

【0014】最下層の圧電シート 103a を除く他の全ての圧電シート 103b~103h, 106 には、前記表面電極 108 と、これに対応する位置の個別電極 101 及びダミー個別電極 104 とが互いに連通するように、スルーホール 110 が穿設されている。同様に、少なくとも 1 つの表面電極 109 と、これに対応する位置の引き出し部 102a が互いに連通するように、スルーホール 111 も穿設されている。

【0015】これにより、スルーホール 110, 111 内に充填した導電材料を介して、前記各個別電極 101 同士と、これに対応する位置の表面電極 108 とが電気的に接続され、前記各コモン電極 102 同士と、これに対応する位置の表面電極 109 とが電気的に接続されている。

【0016】この場合、前記各圧電シート 103a~103h, 106 において、前記各スルーホール 110, 111 は、前記個別電極 101 のパターンの並び方向に平行な方向、換言すると、前記各圧電シート 103a~103h, 106 の長辺方向に沿って一列状に整列するように構成されている (図 12 参照)。

【0017】なお、最下層の圧電シート 103a には、前記圧電アクチュエータ 100 が接着・固定される被駆動体 (例えばインクジェットヘッドにおけるキャビティプレート等) に導通しないようにするため、前記各スルーホール 110, 111 を穿設していない。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図 13 に示すように、前記各圧電シート 103a~103h, 106 を積層すると、前記各スルーホール 110, 111 は、それぞれ積層方向 (上下方向) に連通した状態で前記各圧電シート 103a~103h, 106 の長辺方向に沿って一列状に整列するから、前記圧電アクチュエー

タ 100 における一対の長手側縁の近傍箇所には、当該長手方向 (前記各圧電シート 103a~103h, 106 の長辺方向) に沿って断続的につながった強度的に弱い箇所がそれぞれ形成されていた。

【0019】その上、当該強度的に弱い箇所を構成する各スルーホール 110, 111 の積層方向の列は、前記最下層の圧電シート 103a の存在により、いずれも有底筒状となっていたから、前記圧電シート 103a~103h, 106 から成る積層体を焼成すると、当該積層体 (圧電アクチュエータ 100) の収縮に際して、図 14 に示すように、この圧電アクチュエータ 100 全体が前記長手方向端部から見てスルーホールの箇所を谷にして V 字状に反り変形するのであった。

【0020】このような急激な曲がりや大きな反りが前記圧電アクチュエータ 100 に生じていると、例えば、前記圧電アクチュエータ 100 をインクジェットヘッドの駆動源として用いる場合は、前記圧電アクチュエータ 100 をキャビティプレートの表面に接着剤にて接着固定するに際して、曲がった箇所等に隙間ができる等して、インク漏れ等の不良が発生する原因となるという問題があった。

【0021】そこで、本発明は、以上の問題を解消した積層型圧電素子を提供することを技術的課題とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明に係る積層型圧電素子は、一方の広幅面に個別電極のパターンを形成した複数の圧電シートと、一方の広幅面にコモン電極のパターンを形成した複数の圧電シートとを交互に積層して、前記各個別電極及び前記各コモン電極が積層方向に重なる箇所を活性部と成し、前記各圧電シートには、前記積層方向に隣接する前記個別電極同士または前記コモン電極同士が導電材料を介して導通するためのスルーホールを配設するように構成されている。

【0023】前述の技術的課題を解決するため、請求項 1 の発明は、前記各圧電シートにおいて前記個別電極のパターンの並び方向と平行な方向に隣接するスルーホール同士が、前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配置する構成とした。

【0024】請求項 2 の発明では、請求項 1 に記載の積層型圧電素子において、前記コモン電極を有する圧電シートの方の広幅面のうち前記活性部以外の箇所には、ダミー個別電極のパターンが形成され、前記積層方向に隣接する個別電極同士を導通させるためのスルーホールは、前記個別電極と前記ダミー個別電極とが前記積層方向から見て重なる領域内に配設されている。

【0025】そして、前記各ダミー個別電極の箇所におけるスルーホールは、これと前記平行な方向に隣接するスルーホールに対して、前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配置されている。

【0026】請求項 3 の発明では、請求項 1 または 2 に

記載の積層型圧電素子において、前記圧電シートは積層体における表裏両広幅面のうち一方に形成した表面電極と、これに対応する前記個別電極または前記コモン電極とが、スルーホールを介して導通するように構成されており、前記各表面電極の箇所におけるスルーホールは、これと前記平行な方向に隣接するスルーホールに対して、前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配置されている。

【0027】請求項4の発明では、請求項1～3のうちのいずれかに記載の積層型圧電素子において、前記積層方向に隣接するスルーホール同士が連通しないように適宜ずらして配置されている。

【0028】請求項5の発明では、請求項1～4のうちのいずれかに記載の積層型圧電素子において、前記個別電極を有する圧電シートは一方の広幅面のうち前記活性部以外の箇所には、ダミーコモン電極のパターンが形成され、前記積層方向に隣接するコモン電極同士を導通させるためのスルーホールは、前記コモン電極と前記ダミーコモン電極とが前記積層方向から見て重なる領域内にあり、かつ、互いに連通しないように適宜ずらして配置されている。

【0029】

【発明の効果】請求項1のように構成すると、前記各圧電シートにおいて前記個別電極のパターンの並び方向と平行な方向に隣接するスルーホール同士が、前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配置されるから、このような各圧電シートを積層することによって、前記各スルーホールは平面視でジグザグ状に分散した状態となる。この場合、焼成による収縮にて生じる応力は、前記積層型圧電素子に対して分散するから、後工程で焼成したのちの積層型圧電素子における前記平行な方向から見て強度的に弱いスルーホールの箇所を谷としたV字状の反りの変形量を小さくできる。

【0030】そうすると、例えば、前記積層型圧電素子をインクジェットヘッドの駆動源として用いる場合は、前記積層型圧電素子をキャビティプレートの表面に接着固定するに際して、これらの接着面に隙間（空間）が発生しないから、インクジェットヘッドとして製品となった状態でのインク漏れ等の不良を防止できる。

【0031】請求項2及び請求項3の発明に係る構成は、請求項1の発明をより具体化したものである。請求項2または請求項3のように構成すると、前記コモン電極を有する圧電シートや、前記表面電極を有する圧電シートにおいても、前記ダミー個別電極または前記表面電極の箇所におけるスルーホールが、これと前記平行な方向に隣接するスルーホールに対して、前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配置されるから、焼成による収縮にて生じる応力が前記積層型圧電素子に対して分散して、後工程で焼成したのちの積層型圧電素子における前記平行な方向から見た反りの変形

量を小さくするという作用効果を確実に達成できる。

【0032】また、請求項4のように構成すると、前記各スルーホールは、前記各圧電シートにおいて前記平行な方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配置されるだけでなく、積層方向に隣接するもの同士も連通しないように適宜ずらして配置されるから、この場合も、後工程で焼成したのちの積層型圧電素子における前記平行な方向から見た反りの変形量をより小さくでき、請求項1の作用効果を向上させることができる。

【0033】なお、請求項5の発明は、請求項1の構成を具体化するため、前記個別電極を有する圧電シートにパターン形成したダミーコモン電極についても積層方向に連通しないように適宜ずらして配置したものであり、この場合も、前記反りの変形量を小さくするという作用効果を確実に達成できる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した実施形態を、圧電式インクジェットヘッドに適用した場合の図面（図1～図11）に基づいて説明する。

【0035】図1～図8は本発明の第1実施形態を示している。図1、図2及び図8に示すように、金属板製のキャビティプレート10に接合するプレート型の圧電アクチュエータ20の上面（広幅面）には、外部機器との接続のために、フレキシブルプリントケーブル40が重ね接合されており、キャビティプレート10の下面側に開口したノズル54から下向きにインクが吐出するものである。

【0036】図3及び図4に示すように、キャビティプレート10は、ノズルプレート43、2枚のマニホールプレート12、スペーサプレート13及びベースプレート14の5枚の薄板を接着にて重ね接合することにより積層した構造となっている。第1実施形態では、ノズルプレート43を除いた各プレート12、13、14は、42%ニッケル合金鋼板製で、50μm～150μm程度の厚さである。

【0037】ノズルプレート43には、微小径のインク噴出用のノズル54が、このノズルプレート43の長手方向に沿って2列の千鳥配列状に配設されている。すなわち、前記ノズルプレート43の長手方向と平行な2つの基準線43a、43bに沿って、微小ピッチPの間隔で千鳥状配列にて、多数個のノズル54が穿設されている。

【0038】また、前記各ノズル54に対応する圧力室16（詳細は後述する）と、圧電アクチュエータ20における活性部35（詳細は後述する）とは各プレート43、12、13、14の平面視で上下に重なって対応する位置に配列されている。前記各圧力室16は、前記ノズルプレート43の長手方向と交差（直交）する方向に延びるように形成されており、圧力室16の列は前記ノズルプレート43の長手方向に沿って配列されている。

【0039】スぺーサプレート13と対向する上側マニホールプレート12にはインク通路としての一对のマニホール室12a、12bが、ノズルプレート43と対向する下側マニホールプレート12には同じく一对のマニホール室12b、12bが、前記ノズル54の列の両側に沿って延びるように穿設されている。この場合、各マニホール室12a、12bは、平面視で圧力室16の列と重なるように延びている（図3及び図4参照）。

【0040】なお、下側マニホールプレート12のマニホール室12b、12bは、この下側マニホールプレート12の上面側にのみ開放するように凹み形成されている（図4参照）。これらマニホール室12a、12bは、上側マニホールプレート12に対してスぺーサプレート13を積層することにより密閉される構造となっている。

【0041】ベースプレート14には、この長辺方向に沿う中心線に対して直交する方向（短辺方向）に延びる細幅の圧力室16の多数個が穿設されている。前記中心線を挟んで左右両側に平行状の長手基準線14a、14bを設定すると、前記中心線より左側の圧力室16の先端16aは、前記左側の長手基準線14a上に位置し、逆に、前記中心線より右側の圧力室16の先端16aは、前記右側の長手基準線14b上に位置している。また、当該左右の圧力室16の先端16aはそれぞれ交互に配置されている。したがって、左右両側の圧力室16は一つおきに互いに逆方向に延びるように交互に配置されている（図4参照）。

【0042】前記各圧力室16の先端16aは、ノズルプレート43における千鳥状配列のノズル54に対して、スぺーサプレート13、2枚のマニホールプレート12に千鳥状配列に穿設した微小径の貫通孔17を介して連通している。一方、前記各圧力室16の他端16bは、スぺーサプレート13の左右両側部に穿設した貫通孔18を介してマニホールプレート12におけるマニホール室12a、12bに連通している。

【0043】なお、図4に示すように、前記他端16bは、ベースプレート14の下面側にのみ開口するように凹み形成されている。また、最上層のベースプレート14の一端部に穿設した供給孔19a、19aの上面には、その上方のインクタンク（図示せず）から供給されるインク中の塵除去のためのフィルタ29が張設されている。そして、スぺーサプレート13においてベースプレート14の一端部に穿設した供給孔19a、19aと対応する位置にも、供給孔19b、19bが穿設されている。

【0044】以上により、インクタンク（図示せず）からベースプレート14及びスぺーサプレート13における供給孔19a、19bを介して左右両マニホール室12a、12b内に流入したインクは、この各マニホー

ルド室12a、12bから各貫通孔18を通して各圧力室16内に分配されたのち、この各圧力室16内から各貫通孔17を通して、当該各圧力室16に対応するノズル54に至るという構成となっている（図3及び図4参照）。

【0045】次に、本発明に係る積層型圧電素子である圧電アクチュエータ20の構造を図5～図7に基づいて説明する。

【0046】図5に示すように、圧電アクチュエータ20は、8枚の圧電シート21a、21b、21c、21d、21e、21f、21g、22と、1枚の絶縁シート23とを積層した構造となっている。第1実施形態では、前記各圧電シート21a～21g、22及び絶縁シート23の厚さは、いずれも15μm～40μm程度である。絶縁シート23は、製造上、他の圧電シートと全く同じ材料を用いることが好ましい。

【0047】特開平4-341851号公報に記載のものと同様に、最下層の圧電シート22とそれから上方へ数えて奇数番目の圧電シート21b、21d、21fの表面（広幅面）のうち短辺の中央線を挟んだ両側には、細幅の個別電極24が、これら各圧電シート22、21b、21d、21fの短辺縁と平行状に、かつ、長辺方向に列状にパターン形成されている。当該個別電極24のパターンは、キャビティプレート10における各圧力室16の箇所に対応したものである。前記各個別電極24の幅寸法は、これと対応する圧力室16の広幅部よりも少し狭くなるように設定されている。

【0048】下から偶数番目の圧電シート21a、21c、21e、21gの表面（広幅面）には複数個の圧力室16に対して共通のコモン電極25が形成されている。前記各圧電シート21a～21gのうち前記個別電極24及び前記コモン電極25が積層方向に重なる箇所、すなわち、挟まれる箇所は、圧電効果により歪みを生じる活性部35である。

【0049】他方、圧力室16は、ベースプレート14の長辺方向に沿って2列状に配列されているので、コモン電極25は、当該2列の圧力室16、16を一体的に覆うように、前記偶数番目の圧電シート21a、21c、21e、21gの短辺方向の中央部において長辺方向に延びる平面視略矩形状に形成されている。前記偶数番目の圧電シート21a、21c、21e、21gにおける一对の短辺縁の近傍箇所には、当該短辺縁の略全長にわたって延びる引き出し部25a、25aが前記コモン電極25と一体形成されている。

【0050】また、前記偶数番目の圧電シート21a、21c、21e、21gの表面のうち前記活性部35以外の箇所（前記偶数番目の圧電シート21a、21c、21e、21gにおける一对の長辺縁の近傍箇所であって、前記コモン電極25が形成されていない箇所）には、前記個別電極24と略同じ幅寸法で長さの短いダミ

個別電極 26 が、前記個別電極 24 と対応するパターンで、すなわち、前記個別電極 24 と同じ上下位置に形成されている。これらダミー個別電極 24 は、圧電アクチュエータ 20 の変形作用（歪み）には寄与しない捨てパターンの電極であるが、前記各圧電シート 22、21a～21g 及び絶縁シート 23 を積層した場合の部分的な厚さの変化を少なくするためのものである。

【0051】前記奇数番目の圧電シート 22、21b、21d、21f の表面のうち前記引き出し部 25a、25a と対応する位置（同じ上下位置）には、捨てパターンの電極としてのダミーコモン電極 27 が形成されている。

【0052】最上層の圧電シートである絶縁シート 23 の表面には、前記個別電極 24 に対する表面電極 30 と、前記コモン電極 25 の引き出し部 25a に対する表面電極 31 とが、当該絶縁シート 23 の一対の長辺縁に沿って形成されている。

【0053】前記最下層の圧電シート 22 を除いて、他の全ての圧電シート 21a～21g と絶縁シート 23 とには、前記表面電極 30 と、これに対応する位置の個別電極 24 及びダミー個別電極 26 とが互いに連通するように、スルーホール 32 が穿設されている。

【0054】同様にして、前記各圧電シート 21a～21g 及び絶縁シート 23 には、少なくとも 1 つの表面電極 31（第 1 実施形態では絶縁シート 23 の四隅の位置の表面電極 31）と、これに対応する位置の引き出し部 25a 及びダミーコモン電極 27 とが互いに連通するように、スルーホール 33 が穿設されている。これら各スルーホール 32、33 には、前記個別電極 24 やコモン電極 25 等と同じ材質（例えば Ag-Pd 系の導電ペースト等）の導電材料が充填されている。

【0055】図 5 及び図 6 に示すように、第 1 実施形態では、前記各圧電シート 21a～21g 及び絶縁シート 23 における各スルーホール 32、33 は、前記各圧電シート 21a～21g 及び絶縁シート 23 の長辺方向（前記個別電極 24（または前記ダミー個別電極 26）のパターンの並び方向に平行な方向）に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして穿設されている。

【0056】すなわち、前記絶縁シート 23 における各スルーホール 32、33 は、前記絶縁シート 23 の一方の短辺縁側から順に、前記絶縁シート 23 の長辺縁から短辺方向に適宜寸法 L1、L2、L3、L1、・・・だけ離れた位置に適宜ずらして穿設されている。そして、前記絶縁シート 23 より下層の各圧電シート 21a～21g における各スルーホール 32、33 も、前記絶縁シート 23 における各スルーホール 32、33 にそれぞれ対応（連通）するように、前記各圧電シート 21a～21g の一方の短辺縁側から順に、前記各圧電シート 21a～21g の長辺縁から短辺方向に適宜寸法 L1、L2、L3、L1、・・・だけ離れた位置に適宜ずらして

穿設されている。

【0057】なお、前記各圧電シート 21a～21g 及び絶縁シート 23 における各スルーホール 32、33 の配置は、前述のパターンに限定されるものではなく、前記長辺方向に隣接するスルーホール 32、33 同士が、前記長辺方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配設されていればよい。

【0058】前記圧電アクチュエータ 20 は、以下に述べる方法で製造される。

【0059】すなわち、前記圧電アクチュエータ 20 における圧電シート 21b（21d、21f、22 も同様）の複数個分をマトリックス状に並べた大きさを有する第 1 素材シート（グリーンシート）の表面のうち各圧電シート 21b（21d、21f）となる箇所に、複数個の個別電極 24 と捨てパターンの電極としてのダミーコモン電極 27 とを設ける位置に対して、予めスルーホール 32 を穿設する。

【0060】同様にして、圧電シート 21a（21c、21e、21g も同様）の複数個分をマトリックス状に並べた大きさを有する第 2 素材シート（グリーンシート）の表面のうち各圧電シート 21a（21c、21e、21g）となる箇所に、複数個のコモン電極 25 の引き出し部 25a と捨てパターンの電極としてのダミー個別電極 26 とを設ける位置に対して、予めスルーホール 33 を穿設する。

【0061】さらに、絶縁シート 23 の複数個をマトリックス状に並べた大きさを有する第 3 素材シート（グリーンシート）の表面のうち各絶縁シート 23 の箇所に、複数個の表面電極 30、31 を設ける位置に対して、スルーホール 32、33 を穿設する。

【0062】そして、前記各圧電シート 22、21b、21d、21f の表面に個別電極 24 及びダミーコモン電極 27 を、前記各圧電シート 21a、21c、21e、21g の表面にコモン電極 25 及びダミー個別電極 26 を、絶縁シート 23 の表面に表面電極 30、31 を、それぞれ Ag-Pd 系の導電ペースト等の導電材料を用いたスクリーン印刷にて形成する。

【0063】この場合、前記各スルーホール 32、33 は、前記第 1～第 3 素材シートの上下広幅面に貫通しているから、前記各スルーホール 32、33 内に前記導電材料が浸入し、前記各スルーホール 32、33 を介して各電極部分 24、25、26、27、30、31 を通じてシートの上下面で導通可能となる。次いで、前記各素材シートを乾燥したのち積層し、次いで積層方向にプレスすることにより一体化して 1 枚の積層体にして焼成する。その後所定の大きさにカットする。

【0064】以上により、上下に積層した複数の圧電シート 22、21a～21g 及び絶縁シート 23 においては、同じ上下位置の個別電極 24 とダミー個別電極 26 と表面電極 30 とがスルーホール 32 内の導電材料を介

して電氣的に接続される一方、同じく上下複数枚のコモン電極 25 とダミーコモン電極 27 と表面電極 31 とがスルーホール 33 内の導電材料を介して電氣的に接続される (図 7 参照)。

【0065】図 1、図 2 及び図 8 に示すように、前記圧電アクチュエータ 20 の下面 (キャビティプレート 10 の圧力室 16 と対向する広幅面) 全体に、接着剤層としてのインク非浸透性の合成樹脂材からなる接着剤シート 41 を予め貼着し、次いで、前記キャビティプレート 10 に対して、前記圧電アクチュエータ 20 における各個別電極 24 が前記キャビティプレート 10 における各圧力室 16 の各々に対応するように接着・固定される。

【0066】また、前記圧電アクチュエータ 20 における上面には、前記フレキシブルプリントケーブル 40 を重ね押圧することによって、前記フレキシブルプリントケーブル 40 における各種の配線パターン (図示せず) が前記各表面電極 30, 31 に電氣的に接合される。

【0067】なお、前記接着剤シート 41 等の接着剤層の材料としては、少なくともインク非浸透性で、かつ、電気絶縁性を備えたものであって、ナイロン系やダイマール酸ベースのポリアミド樹脂を主成分とするポリアミド系ホットメルト形接着剤、ポリエステル系ホットメルト形接着剤のフィルム状のものを用いてもよいが、ポリオレフィン系ホットメルト形接着剤を前記圧電アクチュエータ 20 の下面に塗布してから、前記キャビティプレート 10 に接着・固定するようにしても良い。接着層の厚さは約 1 μm 程度である。

【0068】そして、全個別電極 24 とコモン電極 25 との間に、通常の使用時よりも高い電圧を印可することで、圧電シート 21 a ~ 21 g の上記両電極 24, 25 間に挟まれる部分を分極処理する。

【0069】以上の構成において、前記圧電アクチュエータ 20 における各個別電極 24 のうち任意の個別電極 24 とコモン電極 25 との間に電圧を印加することにより、前記圧電シート 21 a ~ 21 g のうち前記電圧を印加した個別電極 24 に対応する部分が圧電による積層方向の歪みを生じ、この歪みにて前記各個別電極 24 に対応する圧力室 16 の内容積が縮小されることにより、当該圧力室 16 内のインクがノズル 54 から液滴状に噴出して、所定の印字が行われる (図 8 参照)。

【0070】第 1 実施形態では、前記各圧電シート 21 a ~ 21 g 及び絶縁シート 23 における各スルーホール 32, 33 が、前記各圧電シート 21 a ~ 21 g 及び絶縁シート 23 の長辺方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして穿設されているから、前記圧電アクチュエータ 20 における一对の長手側縁の近傍箇所では、最上層から最下層まで積層方向に連通した各スルーホール 32, 33 が平面視ジグザグ状に分散して形成される。

【0071】すなわち、反りの基点となる前記各スルー

ホール 32, 33 の積層方向の列が平面視ジグザグ状に分散して形成されるから、焼成による収縮にて生じる応力を前記圧電アクチュエータ 20 に対して分散させることができる。したがって、後工程で焼成したのちの圧電アクチュエータ 20 における長手方向端部から見て強度的に弱いスルーホール 32, 33 の箇所を谷とする V 字状の反りの変形量を小さくできる。

【0072】その結果、前記圧電アクチュエータ 20 を前記キャビティプレート 10 の表面に接着固定する場合において、前記圧電アクチュエータ 20 と前記キャビティプレート 10 との接着面に隙間 (空間) が発生しないから、インクジェットヘッドとして製品となった状態でのインク漏れ等の不良を防止できるのである。

【0073】さらに、前記圧電アクチュエータ 20 と前記キャビティプレート 10 とを接着するに際して、これらの広幅面 (接着面) が平坦となるように、前記両者を押し付ける接着圧力をも低荷重にできる。なお、このことは、前記両者を押し付けることによって、前記圧電アクチュエータ 20 が折れる等の不具合も解消できるのである。

【0074】図 9 ~ 図 11 は、スルーホールの配置パターンの第 2 実施形態を示している。第 2 実施形態では、最下層の圧電シート 22 を除いて、他の全ての圧電シート 21 a ~ 21 g 及び絶縁シート 23 に、前記表面電極 30 と、これに対応する位置の個別電極 24 及びダミー個別電極 26 とを互いに導通させるためのスルーホール 32' が穿設されている。

【0075】同様に、前記各圧電シート 21 a ~ 21 g 及び絶縁シート 23 には、少なくとも 1 つの表面電極 31 (第 2 実施形態では絶縁シート 23 の四隅の位置の表面電極 31) と、これに対応する位置の引き出し部 25 a 及びダミーコモン電極 27 とを互いに導通させるためのスルーホール 33' も穿設されている。これら各スルーホール 32', 33' も、前記個別電極 24 やコモン電極 25 等と同じ材質 (例えば Ag-Pd 系の導電ペースト等) の導電材料が充填されている。

【0076】図 10 に詳細に示すように、第 2 実施形態では、前記絶縁シート 23 における各スルーホール 32', 33' は、前記絶縁シート 23 の一方の短辺縁側から順に、前記絶縁シート 23 の長辺縁から短辺方向に適宜寸法 L1、L2、L3、L1、... だけ離れた位置に適宜ずらして穿設され、前記絶縁シート 23 より 1 層下の圧電シート 21 a における各スルーホール 32', 33' は、前記圧電シート 21 a の一方の短辺縁側から順に、前記圧電シート 21 a の長辺縁から短辺方向に適宜寸法 L2、L3、L1、L2、... だけ離れた位置に適宜ずらして穿設されている。

【0077】そして、前記圧電シート 21 a より 1 層下の圧電シート 21 b における各スルーホール 32', 33' は、前記圧電シート 21 b の一方の短辺縁側から順

に、前記圧電シート 21b の長辺縁から短辺方向に適宜寸法 L3、L1、L2、L3、・・・だけ離れた位置に適宜ずらして穿設されている。残りの圧電シート 21c ~ 21g における各スルーホール 32'、33' についても、前記パターンに則って穿設されている。

【0078】すなわち、前記各スルーホール 32'、33' は、前記各圧電シート 21a ~ 21g 及び絶縁シート 23 の長辺方向（前記個別電極 24（または前記ダミー個別電極 26）のパターンの並び方向に平行な方向）に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして穿設されているのみならず、積層方向に隣接するもの同士も連通しないように適宜ずらして穿設されているのである（図 11 参照）。

【0079】ここで、前記積層方向に隣接する個別電極 24 同士を導通させるためのスルーホール 32'、33' の穿設位置は、前記積層方向から見て、前記個別電極 24、前記ダミー個別電極 26 及び前記表面電極 30 が重なる領域内、並びに、前記コモン電極 25 の引き出し部 25a、前記ダミーコモン電極 27 及び前記表面電極 31 が重なる領域内に位置するように各々設定されている。

【0080】各スルーホール 32'、33' 内の導電材料は、1 層下の圧電シートにおける電極の表面と接触し、前記実施形態と同様に、積層方向の個別電極 24、ダミー個別電極 26 及び表面電極 30 が相互に導通し、また、コモン電極 25 の引き出し部 25a、ダミーコモン電極 27 及び表面電極 31 が相互に導通する。

【0081】以上のように構成すると、前記各スルーホール 32'、33' は、前記各圧電シート 21a ~ 21g 及び絶縁シート 23 の長辺方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして穿設されるだけでなく、積層方向に隣接するもの同士も連通しないように適宜ずらして穿設されているから、焼成による収縮にて生じる応力は、前記圧電アクチュエータ 20 に対して、第 1 実施形態の場合よりもさらに分散し得ることとなる。

【0082】したがって、後工程で焼成したのちの圧電アクチュエータ 20 における前記の変形量は、第 1 実施形態の場合よりもさらに小さくでき、前記圧電アクチュエータ 20 における平坦さの精度が向上するのである。

【0083】本発明は、前述の実施形態に限らず、様々な態様に具体化できる。例えば、圧電アクチュエータ 20 の最下層には圧電シート 22 を採用したが、他の層の圧電シートの歪みを圧力室に伝えるものであれば、他の絶縁材料を用いてもよい。また、最上層の絶縁シート 23 についても他の絶縁材料を用いてもよい。この場合は、圧電シートの歪みのうち、上方（キャビティブレイ

ト 10 と反対側）へ突出する歪みを抑制するものであることが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施形態の圧電式インクジェットヘッドを示す分解斜視図である。

【図 2】圧電アクチュエータとキャビティプレートとの一端部を示す拡大斜視図である。

【図 3】キャビティプレートの分解斜視図である。

【図 4】キャビティプレートの部分拡大斜視図である。

【図 5】圧電アクチュエータの分解斜視図である。

【図 6】圧電アクチュエータの部分拡大分解斜視図である。

【図 7】図 6 の V I I - V I I 視側断面図である。

【図 8】フレキシブルプリントケーブル、キャビティプレート及び圧電アクチュエータを積層した状態を示す拡大断面図である。

【図 9】第 2 実施形態の圧電アクチュエータの分解斜視図である。

【図 10】圧電アクチュエータの部分拡大分解斜視図である。

【図 11】図 10 の X I - X I 視側断面図である。

【図 12】従来の圧電アクチュエータの分解斜視図である。

【図 13】図 12 の X I I I - X I I I 視側断面図である。

【図 14】図 13 の変形状態の説明図である。

【符号の説明】

10 キャビティプレート

12 マニホールドプレート

13 スペースプレート

14 ベースプレート

16 圧力室

20 圧電アクチュエータ

21a ~ 21g, 22 圧電シート

23 絶縁シート

24 個別電極

25 コモン電極

25a 引き出し部

26 ダミー個別電極

27 ダミーコモン電極

30, 31 表面電極

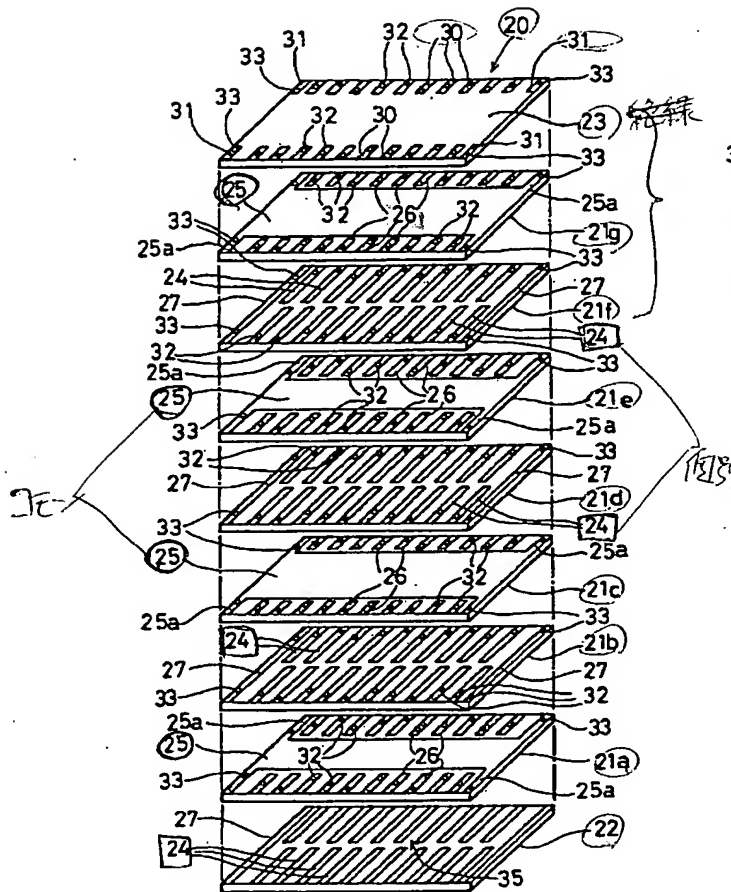
32, 33, 32', 33' スルーホール

40 フレキシブルプリントケーブル

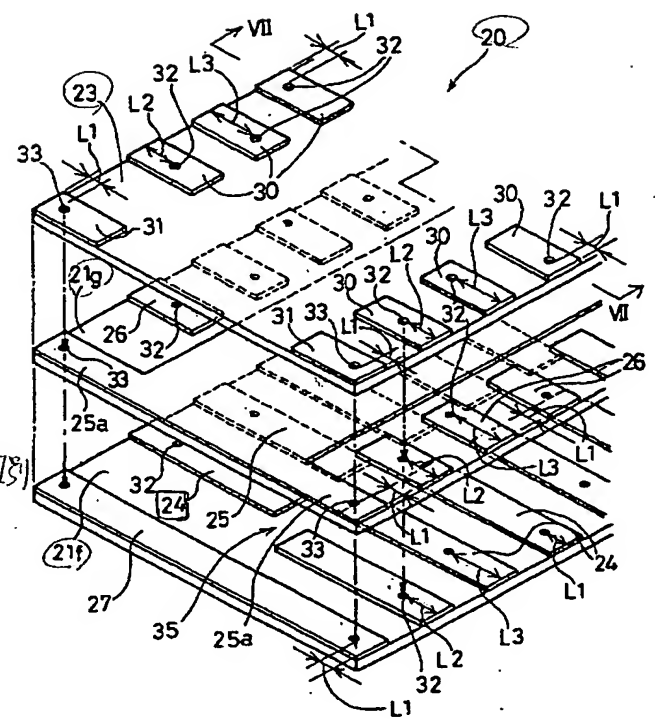
43 ノズルプレート

54 ノズル

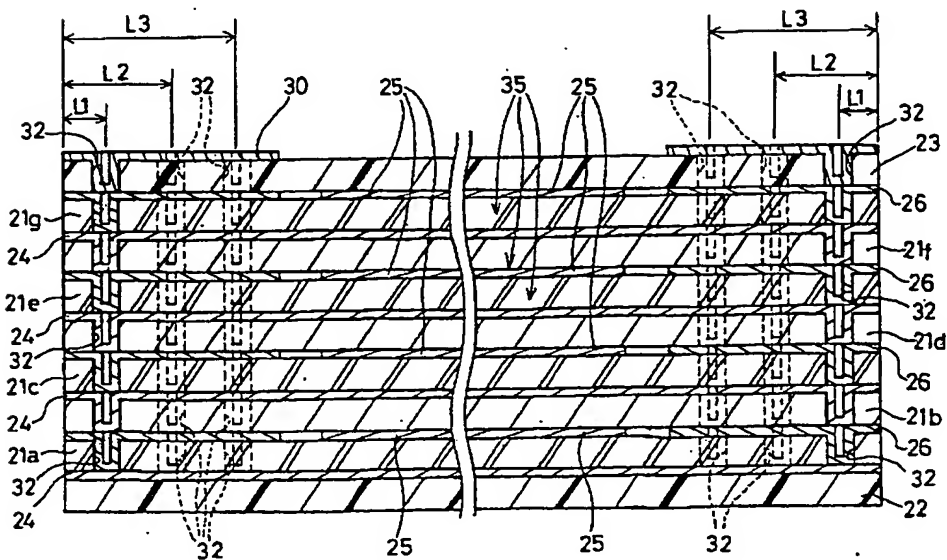
【図5】



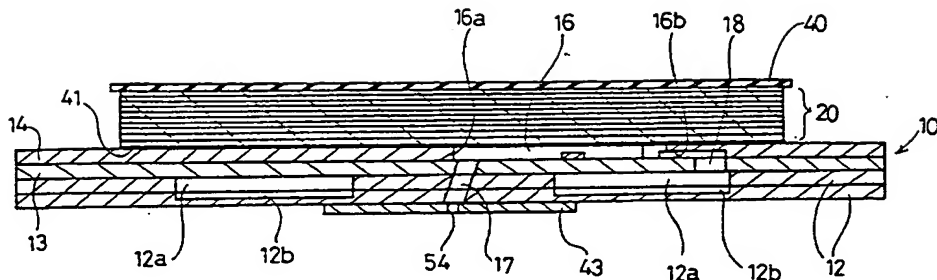
【図6】



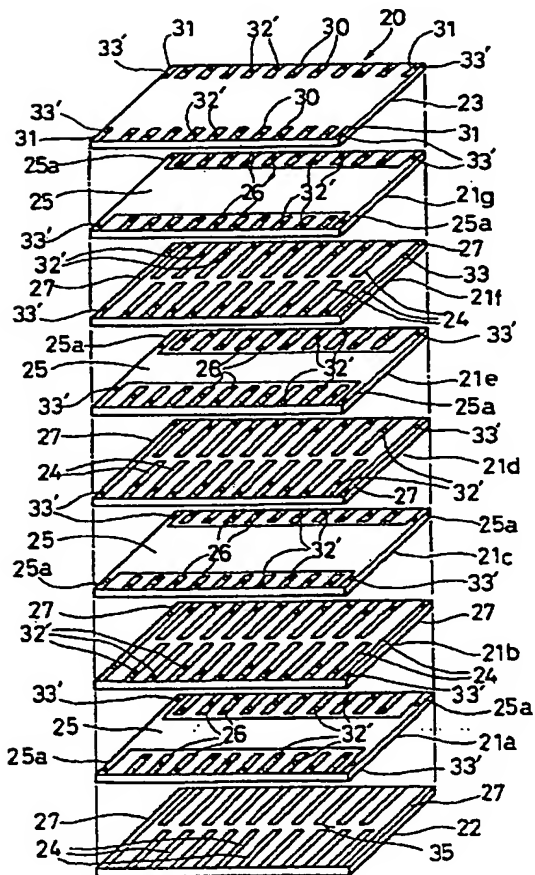
【図7】



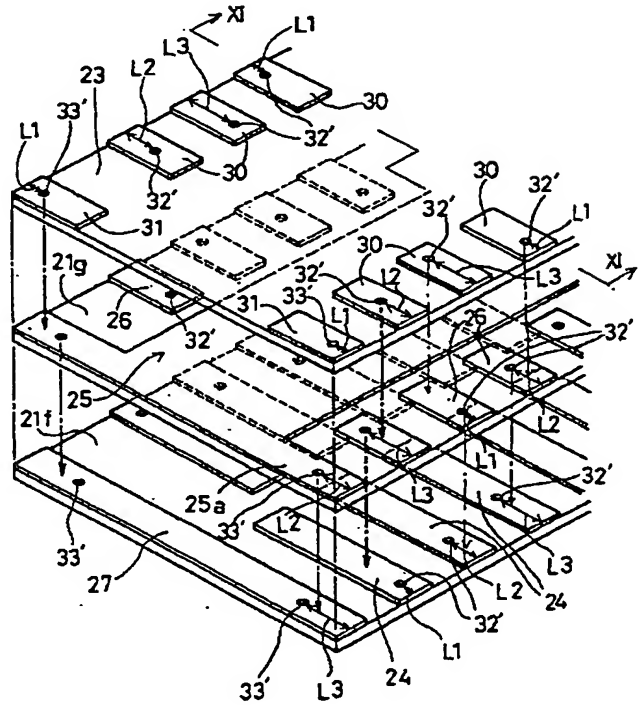
【図8】



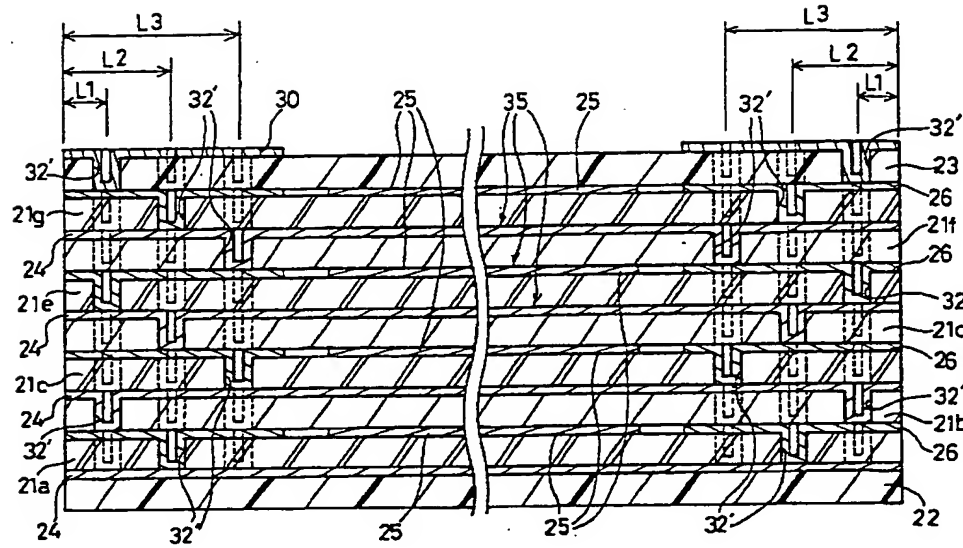
【図9】



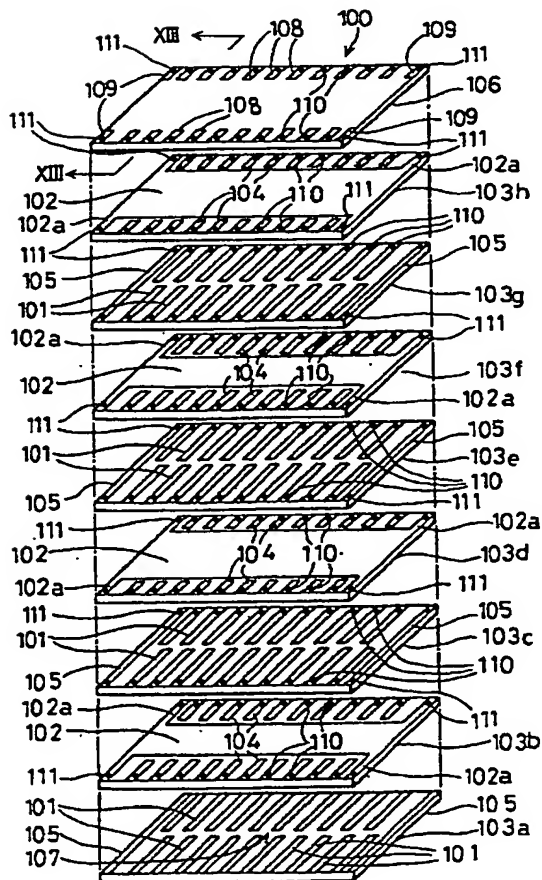
【図10】



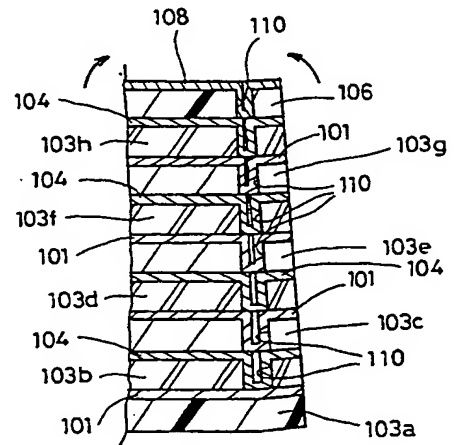
【図 11】



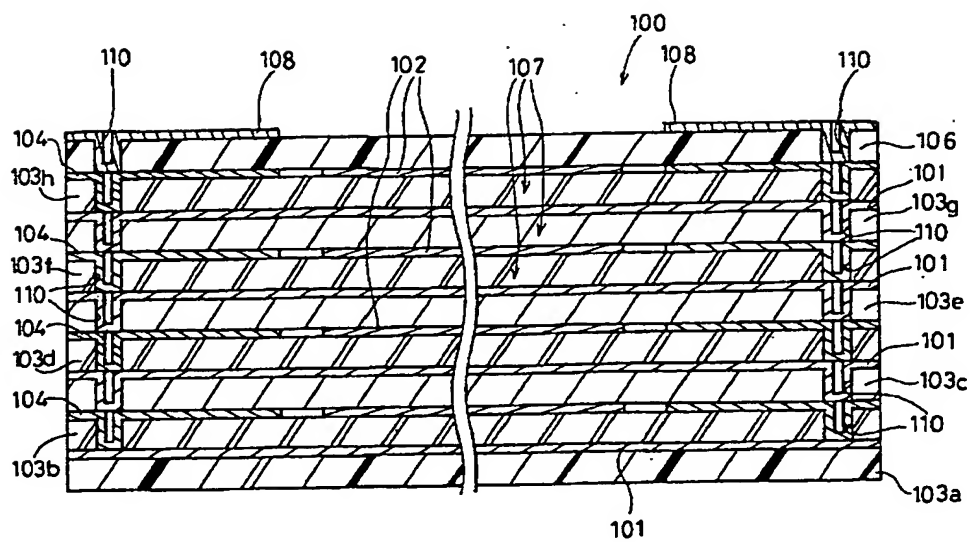
【図 12】



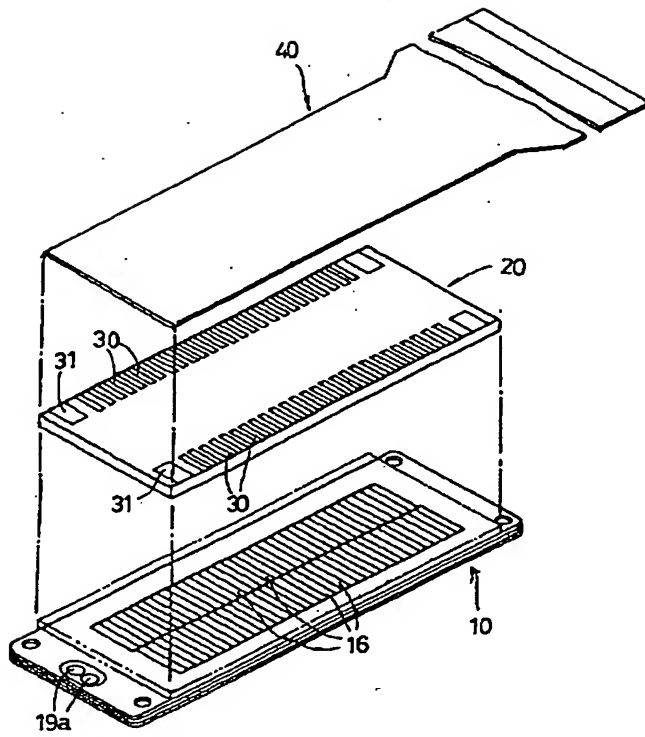
【図 14】



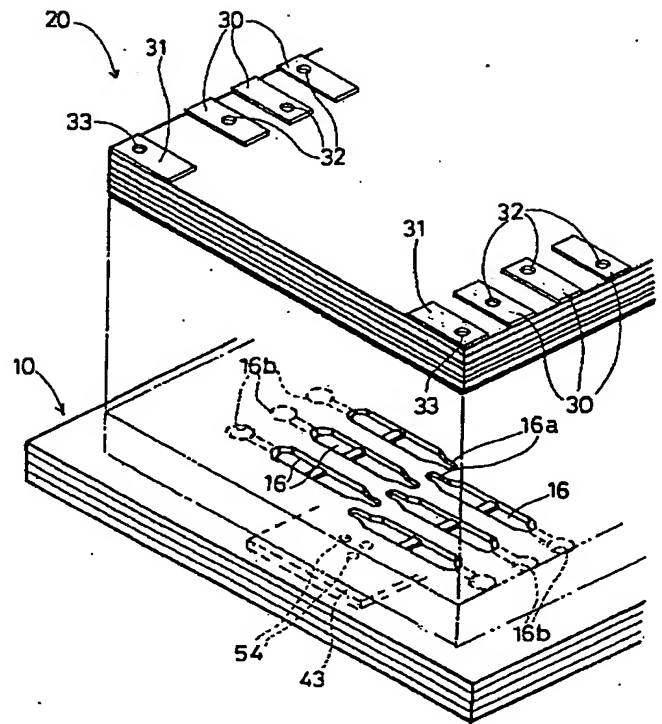
【図13】



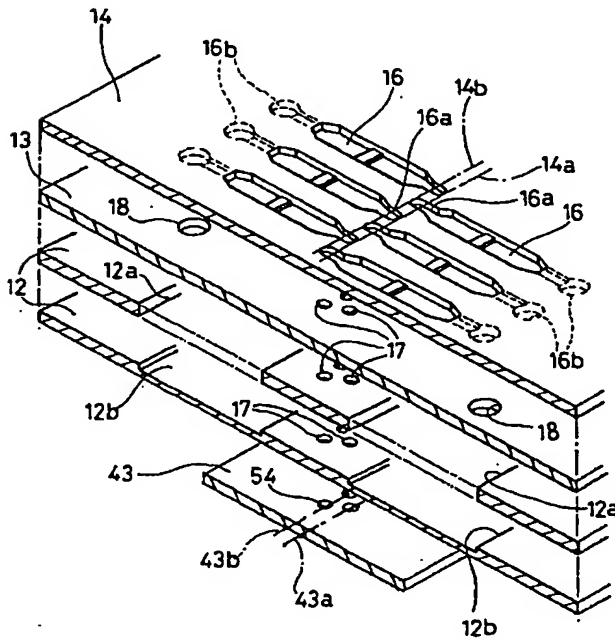
【図 1】



【図 2】



【図 4】



【図 3】

